



AGROCAMPUS OUEST
centre de Rennes
65 rue de Saint-Brieuc,
35 042 Rennes Cedex



CIRAD, UMR Innovation
Avenue Agropolis,
34398 Montpellier Cedex 5

Mémoire de Fin d'Études

Diplôme d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences Agronomiques, Agroalimentaires, Horticoles et du Paysage

Année universitaire : 2011-2012

Spécialisation : Sciences et Productions Végétales option Ingénierie des Agrosystèmes

Analyse comparative des processus d'adoption et des impacts du Semis direct sur Couverture Végétale permanente (SCV) sur les exploitations agricoles familiales dans 3 régions tropicales : Madagascar, Cameroun et Laos.

Par : Anaïs LAMANTIA



Devant le jury :

Soutenu à Rennes le : 14 septembre 2012

Maître de stage : Patrick DUGUE

Enseignant référent : Matthieu CAROF

Autres membres du jury : Philippe LETERME (Professeur de l'enseignement supérieur agronomique et vétérinaire), Safya MENASSERI (enseignant-chercheur) et Laurent RUIZ (Ingénieur de recherche).

"Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST".

Photos de couverture :

- *Champs de case avec culture de céréales au Nord-Cameroun (Dugué, 2011)*
- *Paysage de la province de Sayabouri au Laos (Tran Quoc, 2008)*
- *Village au lac Alaotra (Madagascar) entre rizières et tanety (Penot, 2009)*

Fiche de diffusion du mémoire

A remplir par l'auteur avec le maître de stage.

Aucune confidentialité ne sera prise en compte si la durée n'en est pas précisée.

Préciser les limites de la confidentialité ⁽¹⁾ :

➤ Confidentialité absolue : ☐ oui ☐ non

(ni consultation, ni prêt)

↳ Si oui ☐ 1 an ☐ 5 ans ☐ 10 ans

➤ A l'issue de la période de confidentialité **et** si le mémoire n'est pas confidentiel, merci de renseigner les éléments suivants :

Référence bibliographique diffusable ⁽²⁾ : ☐ oui ☐ non

Résumé diffusable : ☐ oui ☐ non

Mémoire consultable sur place : ☐ oui ☐ non

Reproduction autorisée du mémoire : ☐ oui ☐ non

Prêt autorisé du mémoire : ☐ oui ☐ non

.....

Diffusion de la version numérique : ☐ oui ☐ non

↳ Si oui, l'auteur complète l'autorisation suivante :

Je soussigné(e) _____, propriétaire des droits de reproduction
dudit résumé, autorise toutes les sources bibliographiques à le signaler et le publier.

Date : _____ Signature : _____

Rennes/Angers, le

Le maître de stage ⁽³⁾,

L'auteur,

L'enseignant responsable ⁽³⁾,

(1) L'administration, les enseignants et les différents services de documentation d'AGROCAMPUS OUEST s'engagent à respecter cette confidentialité.

(2) La référence bibliographique (= Nom de l'auteur, titre du mémoire, année de soutenance, diplôme, spécialité et spécialisation/Option)) sera signalée dans les bases de données documentaires sans le résumé

(3) Signature et cachet de l'organisme.

Remerciements

Je tiens à remercier l'ensemble des personnes qui m'ont permis de mener à bien ce mémoire de fin d'étude.

Je souhaite avant tout remercier mon maître de stage Patrick Dugué pour son suivi tout au long de mon stage et pour son aide précieuse dans la rédaction de ce mémoire. Je remercie également Pierre-Yves Le Gal pour ses conseils avisés et ses relectures.

Un grand merci à Eric Penot qui m'a accueilli lors de mon séjour à Madagascar et m'a fait découvrir une partie de ce magnifique pays et de son histoire. Merci également à toute l'équipe de BVLac pour leur accueil chaleureux et aux équipes de BRL, BEST, AVSF et la VIFAM pour le temps qu'ils m'ont consacré lors des entretiens. Je tiens aussi à remercier les agriculteurs du lac Alaotra pour m'avoir fait visiter leurs exploitations et pour m'avoir fait découvrir une autre approche de l'agriculture.

Merci aux différents chercheurs pour leur disponibilité et pour m'avoir fait partager leurs connaissances et expériences : Guy Faure, Paulo Salgado, Eric Scopel, Krishna Naudin, Jean-Paul Olin et Jean-Christophe Castella.

Je tiens à remercier la secrétaire de l'équipe, Brigitte Gillet qui a fait en sorte que mon stage se passe dans les meilleures conditions. Merci également aux stagiaires du CIRAD pour leur bonne humeur et pour les bons moments partagés : Greta, Esther, Elsa, Maryline, Marianna, Renzo et Kenji.

Enfin un immense merci à mes parents pour m'avoir soutenue tout au long de mes études.

Glossaire

Angady : bêche malgache utilisée pour la plupart des travaux.

Baiboho : sol riche alluvionnaire, de plaine avec accès à l'eau phréatique pendant la saison sèche par remontée capillaire et permettant des cultures de contre saison.

Tanety : collines environnant la plaine du lac ; zone pluviale par excellence.

Liste des sigles et abréviations

AC : Agriculture de Conservation

ACCS : Association de Crédits à Caution Solidaire

AFD : Agence Française de Développement

ANAE : Agence Nationale d'Action Environnementale

API : Accélération du Processus d'Innovation

AVB : Agent Vulgarisateur de Base

AVSF : Agronomes et Vétérinaires Sans Frontière

BEST : Bureau d'Expertise Sociale et Territoriale

BRL : Compagnie d'aménagement de la région du Bas-Rhône et du Languedoc

BV Lac : Projet de mise en valeur et de protection des Bassins Versants du lac Alaotra

CIRAD : Centre Internationale de Recherche Agronomique pour le Développement

CNPC : Confédération Nationale des Producteurs de Coton (ex OPCC)

DRDR : Direction Régionale de Développement Rural

ESA : Eau-Sol-Arbre

ETP: Evapotranspiration Potentielle

FAO : Food and Agricultural Organization

FFEM : Fond Français pour l'Environnement Mondial

FGM : Fond de Garantie Mutuel

FOFIFA : *Foibe Fikarohana momba ny Fambolena* (Centre national de recherche appliquée au développement rural)

GSD : Groupement Semis Direct

GSDM : Groupement de Semis Direct de Madagascar

GPC : Groupement de Producteurs de Coton

GT : Groupe de Travail

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

IRAD : Institut de Recherche Agronomique au Nord-Cameroun

IRD : Institut de Recherche pour le Développement

MAEP : Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche

NAFRI: National Agricultural and Forestry Research Institute

ONG : Organisation Non Gouvernementale

OP : Organisation de Producteurs

PAMPA : Programme d'Appui Multi-Pays en Agroécologie

PASS : Point d'Application du Sud de la province de Sayabouri

PCADR : Programme de Capitalisation en Appui à la Politique de Développement Rural

PRONAE: Programme Nationale Lao en Agroécologie

R&D : Recherche et Développement

RI : Rizièrre Irriguée

RIME : Réponse Intégrée Multi-Equipes

RMME : Rizièrre à Mauvaise Maîtrise de l'Eau

SCI : Système de Culture Innovant

SCV : Semis direct sous Couverture Végétale permanente

Sodecoton : Société de Développement du coton au Cameroun

TAFA : Tany sy Fampanandroasoana (ONG Terre et Développement)

VIFAM : *Vovonana Iraisan'ny Fikambanana Alaotra Mangoro* (confédération)

Table des tableaux

Tableau 1 : Facteurs externes à l'exploitation agricole pouvant jouer sur l'adoption des SCV	9
Tableau 2 : Caractéristiques de l'exploitation et de l'exploitant pouvant jouer sur l'adoption des SCV	9
Tableau 3 : Comparaison des facteurs climatiques	11
Tableau 4 : Comparaison des facteurs liés au sol.....	12
Tableau 5 : Comparaison des facteurs liés au foncier et à la gestion des espaces collectifs et solutions	14
Tableau 6 : Comparaison des acteurs locaux d'appui au développement et de leurs activités	18
Tableau 7 : Comparaison de l'accès aux intrants, équipement spécifique, crédits et prestations mécanisées.....	21
Tableau 8 : Provenance de l'urée et du NPK à Sirlawé (Extrême-Nord) en 2010-11 (Belchi, 2011).....	22
Tableau 9 : Doses de NPK appliquées sur les cultures SCV en 2008-09 (Source : BRL 2010) et approximations à dire d'expert avant 2008	22
Tableau 10 : Comparaison des facteurs fonciers des exploitations pratiquant des SCV	26
Tableau 11 : Comparaison des liens entre SCV et élevage.....	28
Tableau 12 : Impacts agronomiques positifs et négatifs (en rouge) des SCV.....	iii
Tableau 13 : Temps de travaux moyens en hj/ha sur les parcelles de sorgho à Sirlawé.....	xxx
Tableau 14 : Comparaison des temps de travaux sur coton paillé en hj/ha à Sirlawé (Paresys, 2011).....	xxxi

Table des figures

Figure 1 : Madagascar et le lac Alaotra	5
Figure 2 : Evolution des surfaces en SCV et des agriculteurs adoptants au lac Alaotra de 2003 à 2010 et taux d'abandon selon l'âge des parcelles en SCV	5
Figure 3 : Le Cameroun, les 2 provinces de la zone cotonnière et localisation des villages terroir test	6
Figure 4 : Evolution des surfaces en SCV.....	7
Figure 5 : Localisation géographique des 3 situations au Laos (Source : réponse à l'appel d'offre PAMPA).....	8
Figure 6 : Vaine pâture de bovins au Nord-Cameroun (Dugué, 2008).....	16
Figure 7 : Semis manuel du brachiaria associé à une céréale et sarclage de brachiaria au Nord-Cameroun (Dugué, 2011).....	23
Figure 8 : Champs de case avec un mulch peu couvrant sur coton au Nord- Cameroun (Dugué, 2011).....	27
Figure 9 : Schéma des facteurs ayant un impact sur l'adoption des SCV et les structures d'appui intervenant au lac Alaotra	32
Figure 10 : SCV, innovation et interactions entre agriculture et élevage au nord de la zone cotonnière du Cameroun (en pays Tupuri).....	34
Figure 11 : SCV, innovation et interactions entre agriculteur et éleveur au sud de la zone cotonnière du Cameroun	35
Figure 12 : Répartition des superficies importantes en semis direct à travers le monde en 2005 (en ha) Source : congrès mondial de l'agriculture durable (Nairobi, 2005).	ii
Figure 13 : Effet des SCV sur les phénomènes de dégradation de l'état physique du sol	iv
Figure 14: Effet des SCV sur la réserve en eau utile du sol.....	iv
Figure 15 : Evolution du projet PCS-ESA2 (Rétif, 2010).....	vi
Figure 16 : Les unités agronomiques du lac Alaotra (Raharisoa, 2011)	x
Figure 17: <i>Lavakas</i> sur <i>tanety</i> (Penot, 2009).....	x
Figure 18 : Moyenne des rendements en coton au Nord-Cameroun (Naudin, 2010)	xii
Figure 19 : Organisation auréolaire du paysage agraire de Sirlawé (Extrême-Nord) (Paresys, 2011).....	xiii
Figure 20 : Division auréolaire au sein du terroir de Tapi (Nord) suivant le niveau de fertilité des terres (Rétif, 2010).....	xiv
Figure 21 : Les 4 unités agro-écologiques de la province de Xieng-Khouang (Workshop Report, 2010).....	xv
Figure 22 : Paysage du bassin du district de Kham (Lestrelin, 2010).....	xvi
Figure 23 : Paysage du nord du district de Kham (Lestrelin, 2010)	xvi
Figure 24 : Paysage de la plaine des Jarres (Lestrelin, 2010)	xvi
Figure 25 : Paysages d'openfield dans le sud de la province de Sayabouri, avec la disparition des zones boisées (Jullien, 2008)	xvii

Figure 26 : Semis manuel de <i>Vigna Umbellata</i> à la canne planteuse facilitant le semis dans le mulch de graminée (Sayabouri, Tran Quoc, 2008)	xix
Figure 27 : L'appareil à cache (Paresys, 2011)	xix
Figure 28 : Les paysages SCV selon la topo-séquence dans la vallée du sud-est et le nord-est du lac Alaotra (Fabre, 2011)	xx
Figure 29 : Spatialisation à l'échelle du terroir de Sirlawé des SCV (Paresys, 2010)	xxiv
Figure 30 : Parcelles de coton et de soja paillées au Nord-Cameroun (Dugué, 2009)	xxiv
Figure 31 : Association sorgho+brachiaria en début de saison et avant la récolte (Nord-Cameroun, Dugué, 2011)	xxv
Figure 32 : Blocs fourragers de brachiaria pure et pois d'Angole (SCI fourrager) (Nord-Cameroun, Dugué, 2009)	xxv
Figure 33 : SCV de maïs+brachiaria et de maïs+crotalaire (Nord-Cameroun, Dugué, 2009).....	xxv
Figure 34 : Schéma des rotations sur 2 ou 3 ans en SCV au Nord-Cameroun (Raunet, 2006)	xxvi
Figure 35 : Schéma des rotations sur un an en SCV sans protection de la matière sèche (Raunet, 2006)	xxvi
Figure 36 : Bovin pâture dans une parcelle de pâturage amélioré de brachiaria et SCV de riz dans le district de Pek (Lienhard, 2008).....	xxvii
Figure 37 : Maïs sur mulch de résidus, association maïs+ <i>Vigna Umbellata</i> et maïs+haricot (Keophosay, 2010)	xxvii
Figure 38 : Organigramme des structures paysannes au lac Alaotra (d'après Ramahatoraka, 2011).....	xxviii
Figure 39 : Comparaison des temps de travaux des différentes cultures (en Homme/Jour) pour 3 exploitations	xxix
Figure 40 : Enchaînement des travaux en traditionnel (haut) et en SCV (bas) pour une exploitation malgache (Fabre 2011).....	xxxii
Figure 41 : Pression démographique et ressources naturelles dans le Nord-Cameroun	xxxiii
Figure 42 : Typologie RFR (Réseau de Fermes de Référence) (Fabre, 2011).....	xxxiv
Figure 43 : Schéma général des facteurs ayant un impact sur l'adoption des SCV et les structures d'appui intervenant	xxxv
Figure 44 : Schéma des facteurs ayant un impact sur l'adoption des SCV et les structures d'appui intervenant au nord du bassin cotonnier camerounais	xxxvi
Figure 45 : Schéma des facteurs ayant un impact sur l'adoption des SCV et les structures d'appui intervenant au sud du bassin cotonnier camerounais	xxxvi

Sommaire

1.	Introduction	1
2.	Contexte et définitions.....	1
2.1	Contexte général, origine et intérêt des SCV	1
2.2	Définition des concepts	3
2.3	Des taux d'adoption des SCV faibles quelque soit le contexte	4
2.3.1	Madagascar et le lac Alaotra	4
2.3.2	La zone cotonnière du Cameroun	6
2.3.3	Les provinces de Xieng Khouang et de Sayabouri au Laos	7
3.	Matériel et méthode.....	8
4.	Résultats	11
4.1	Comparaison du rôle de différents facteurs sur l'adoption des SCV dans les trois terrains..	11
4.1.1	Facteurs d'adoption relevant de l'environnement des exploitations agricoles	11
4.1.2	Facteurs d'adoption internes à l'exploitation agricole	26
4.2	Approche systémique de l'adoption des SCV : cas des terrains lac Alaotra et zone cotonnière camerounaise	31
4.2.1	Le lac Alaotra : des SCV pour des exploitations avec peu de rizières irriguées et devant impérativement cultiver sur <i>tanety</i>	31
4.2.2	La zone cotonnière du Cameroun : une production de biomasse végétale à partager entre l'élevage et la couverture du sol	33
5.	Discussion	35
5.1	Les SCV : une innovation systémique complexe nécessitant une action collective.....	35
5.2	Une adaptation de l'innovation plutôt qu'une adoption	36
5.3	Le paradoxe de l'adoption des SCV	37
5.4	Les débats autour des SCV	39
5.5	Discussion sur la méthode	39
6.	Conclusion.....	40

Liste des annexes

ANNEXE I - Le programme PAMPA et le projet RIME	i
ANNEXE II - Les SCV : historique, avantages et inconvénients agronomiques.....	ii
ANNEXE III - Présentation des projets BVLac, ESA et PRONAE	v
ANNEXE IV - Madagascar et le lac Alaotra	viii
ANNEXE V - La topo-séquence au lac Alaotra : RI, <i>baiboho</i> et <i>tanety</i>	ix
ANNEXE VI - Le Cameroun et la zone cotonnière	xi
ANNEXE VII - Historique de la filière coton au Nord-Cameroun	xii
ANNEXE VIII - Organisation du territoire en auroles dans la zone cotonnière du Cameroun.....	xiii
ANNEXE IX - Le Laos et les provinces de Xieng Khouang et Sayabouri	xv
ANNEXE X - Le boom du maïs dans les districts de Nonghet et du bassin de Kham	xviii
ANNEXE XI - La canne planteuse et l'appareil à cache	xix
ANNEXE XII - Les SCV diffusés au lac Alaotra	xx
ANNEXE XIII - Les SCV diffusés dans la zone cotonnière au Cameroun	xxiv
ANNEXE XIV - Les SCV diffusés dans la province de Xieng Khouang	xxvii
ANNEXE XV - Organigramme des structures paysannes au lac Alaotra.....	xxviii
ANNEXE XVI - Impacts des SCV sur les temps de travaux et le calendrier de travail	xxix
ANNEXE XVII – Le modèle de la courbe en U	xxxiii
ANNEXE XVIII - Typologie des exploitations dynamiques ou non face à l'adoption des SCV au lac Alaotra.....	xxxiv
ANNEXE XIX - Schémas de synthèse	xxxv

1. Introduction

Face aux enjeux agricoles du XXI^{ème} siècle, l'agroécologie est de plus en plus considérée comme une voie d'avenir durable pour l'agriculture (Parmentier, 2009 ; Griffon, 2006). Elle se décline en différents courants de pensée et d'action dont notamment celui de l'Agriculture de Conservation (AC) qui privilégie la préservation des capacités productives du sol tout en cherchant à améliorer les rendements et/ou revenus des agriculteurs. Les systèmes de culture de Semis direct sous Couvert Végétal (SCV) constituent une des familles de systèmes de culture de l'AC et se caractérisent par la mise en œuvre de 3 principes : non travail du sol, couverture du sol permanente et rotation et/ou association des cultures. Ces techniques d'AC ont été largement adoptées à l'échelle mondiale mais en grande majorité par des grandes exploitations bien dotées en matériels motorisés (Brésil, Argentine, USA, Australie...). Elles semblent beaucoup plus difficiles à mettre en œuvre dans les exploitations familiales des zones tropicales de petite taille, peu équipées (culture manuelle ou culture attelée) et avec des difficultés d'accès aux intrants et aux crédits. Dans ce contexte le projet de recherche PAMPA/RIME (Programme d'Actions Multi Pays en Agroécologie/Réponse Intégrée Multi Equipes, Annexe I) cherche à caractériser l'impact des SCV à différentes échelles et selon différents points de vue.

Dans le cadre de ce projet de recherche, les terrains Madagascar (région du lac Alaotra), Cameroun (zone des savanes cotonnières) et Laos (provinces de Xieng Khouang et Sayabouri), ont été choisis pour cette étude car ils ont bénéficié de l'appui de projets de développement ou de Recherche & Développement pendant plus de 5 ans et un début d'adoption des SCV a eu lieu. Cependant, dans ces contextes d'agriculture familiale l'adoption des SCV est restée relativement faible et en dessous des prévisions initiales des projets de développement. De plus, la pérennité de l'adoption semble difficile.

Comment expliquer ces « faibles » taux d'adoption, quels sont les facteurs qui les influencent et de quelles manières ? L'objectif de cette étude sera également de proposer un modèle générique afin d'expliquer l'adoption des SCV en agriculture familiale dans ces différents contextes.

Pour cela, après avoir décrit plus en détail l'origine et l'intérêt des SCV ainsi que les contextes de la production agricole de ces trois régions nous expliquerons la méthode utilisée, c'est-à-dire la grille d'analyse permettant de comparer les situations à partir de différents facteurs supposés influencer l'adoption des SCV. Ensuite, plusieurs facteurs explicatifs de l'adoption des SCV seront illustrés à partir des terrains d'étude. A partir de cela, une synthèse pour chaque terrain permettra d'expliquer les facteurs ayant été favorables à l'adoption ou au contraire ayant représenté un frein. Nous verrons également de quelle manière, ces facteurs peuvent interagir entre eux. Enfin, nous discuterons de ces résultats et de la généricité du modèle explicatif de l'adoption des SCV utilisé et donc de son applicabilité dans d'autres contextes.

L'enjeu de l'utilisation de ce modèle explicatif sera de permettre d'adapter aux différents contextes les futurs dispositifs de conception et de diffusion des SCV dans les exploitations agricoles familiales.

2. Contexte et définitions

2.1 Contexte général, origine et intérêt des SCV

Dans les milieux tropicaux, le grand défi de l'agriculture du XXI^{ème} siècle est de mettre en œuvre des modèles de production durables combinant accroissement de la production et

préservation des ressources naturelles. En effet, la nature des sols (faible teneur en matière organique, peu d'éléments nutritifs et facilement perdus, érosion) (Giller et al. 2009) et le climat agressif et changeant (sécheresses, variabilité des précipitations, fortes pluies...) rendent ces agrosystèmes fragiles et facilement dégradables (Capillon, 2001). S'ajoute à cela la rapide croissance de la population dans les pays du sud. En effet, d'ici 2050, la population mondiale devrait passer de 7 à 9 milliards d'habitants, ce qui fera exploser les besoins en alimentation et en énergie, en particulier dans les pays en développement, qui vont accueillir 98% de ces 2 milliards de personnes supplémentaires (Parmentier, 2009). Le défi sera donc de concilier protection de cet environnement fragile et production agricole afin d'assurer la sécurité alimentaire face à cette pression démographique.

Le modèle productiviste de la révolution verte des années 60 à 90 a permis une intensification de la production agricole. Néanmoins, si l'augmentation de la production ne peut être contestée, le modèle montre aujourd'hui ses limites en termes de durabilité écologique et économique en Afrique (Dugué et al. 2012a) :

- Risques sur l'environnement : dégradation des sols du fait du travail du sol répété, extension des surfaces cultivées par actif facilitée par la mécanisation (culture attelée) d'où défrichement accru, réduction des espaces de jachères et de parcours naturels entraînant un surpâturage des parcours résiduels.
- Besoin de moyens financiers importants (achat d'intrants et de machines) et donc pour les producteurs d'une capacité autofinancement et de remboursement (lorsque le crédit est disponible) même en cas d'aléas.

De plus, la fertilisation organique a été négligée dans ce modèle alors que cet aspect est primordial dans les régions tropicales où la dégradation de l'humus y est très rapide. Les espoirs, notamment via le programme PAMPA, sont donc aujourd'hui portés sur de nouveaux systèmes agricoles tels que l'Agriculture de Conservation ou l'Agroécologie (Altieri, 1989). Ces systèmes amélioreraient la production en ayant recours au fonctionnement de l'écosystème et en amplifiant ses fonctions productives pour réussir à produire plus tout en réduisant le recours aux intrants chimiques et la dégradation de l'environnement et en améliorant si possible la qualité des paysages (Griffon, 2006). Le concept d'agroécologie a une portée générique et peut s'adapter à toutes les situations agraires. Cependant, les objectifs qu'il sous-entend ne sont pas les mêmes selon les régions : pour les pays du Nord il s'agit de produire mieux et différemment, alors que pour les pays du Sud la question est avant tout de produire plus en optimisant l'usage des facteurs de production et en faisant face aux divers aléas (Dugué et al. 2012a). Ce modèle prône notamment l'AC dont les systèmes de culture SCV font partie. Ce mode de culture allie production et protection de la ressource en sol pour une gestion durable des milieux tropicaux en limitant les externalités négatives (en particulier l'érosion des sols).

Le SCV repose sur trois principes techniques (FAO, 2012):

- travail du sol minimal (absent ou exceptionnel) ;
- couverture du sol permanente, morte (résidus de la récolte précédente, mulch de la plante de couverture ou végétaux apportés) ou vive (plantes de couverture) (Capillon et al. 2002) ;
- combinaison d'espèces cultivées dans le temps (rotation) ou dans l'espace (association).

Ce système présente de nombreux avantages du point de vue agronomique notamment en favorisant la formation d'humus, la vie biologique du sol et en limitant les pertes en eau et en sol. Ce système exprime plus ou moins pleinement ses potentialités de production, de ce fait il n'est pas une panacée est peut présenter des inconvénients (Annexe II). L'efficacité agronomique et écologique des SCV en conditions tropicales, au niveau de la parcelle, a été mise en évidence par différents chercheurs. La pratique des SCV permet une réduction très

nette de l'érosion (Findeling, 2003), du ruissellement (Lal, 2007) et des pertes par évapotranspiration grâce à la couverture permanente du sol, d'où une amélioration du bilan hydrique (Scopel, 2004 ; Erenstein, 2003). La couverture végétale protège également le sol des intempéries et évite l'effet splash et la formation d'une croûte de battance en améliorant la stabilité des agrégats en surface et la perméabilité (Erenstein, 2002). De plus, la non-perturbation du sol permet d'éviter sa dégradation et réduit la vitesse de minéralisation de la matière organique (Erenstein, 2002). Les plantes de couverture et le non labour permettent aussi un enrichissement de l'horizon de surface en carbone et matière organique permettant le maintien de la fertilité du sol à long terme (Bernoux, 2006 ; Corbeels, 2006). La micro et macro faune du sol favorables au recyclage du carbone et à la structure du sol sont activées (Brévault, 2007 ; Blanchart, 2007). De plus, grâce aux SCV la couverture végétale peut - en plus des effets allélopathiques - contrôler certains adventices en jouant sur la température et la lumière et en faisant une barrière physique contre la germination des adventices (Bilalis 2003 ; Teasdale, 1993 et 2000). Ainsi, plus le mulch est épais, plus le contrôle des adventices est efficace (Derpsch, 1991 cité par Dounias, 2001). Cependant, Giller et al (2009) nuancent les effets agronomiques des SCV en montrant leurs fortes variations selon les différents contextes agro-climatiques. En effet, dans certaines situations les rendements diminuent, le sol est compacté, les résidus de céréales avec un ratio C/N élevé entraînent une immobilisation de l'azote et la couverture du sol accroît le drainage et donc la lixiviation.

Parmi les acteurs du développement des SCV, il est important de distinguer :

- la recherche, qui démontre les effets agronomiques des SCV bien qu'il soit difficile d'identifier les causes des effets de cette innovation systémique où les trois principes interagissent (Giller et al. 2009) ;
- les promoteurs des SCV en matière de développement agricole (projets et opérateurs associés), qui les diffusent en prônant leurs effets positifs sur les sols, la production et les performances des exploitations qui les adoptent ;
- les paysans dans leur diversité, qui choisissent ou non d'appliquer les SCV.

Parti des États-Unis puis perfectionné au Brésil, l'agriculture de conservation s'est ensuite étendue à l'Amérique Latine, l'Australie et l'Europe (Annexe II). La diffusion des SCV reste cependant relativement faible dans les petites exploitations familiales des pays du Sud, particulièrement en Asie et en Afrique (Giller et al. 2009 et 2011; Serpantié, 2009; Affholder et al. 2009). Giller et al. (2009) soulèvent différentes contraintes des SCV pouvant expliquer ces faibles taux d'adoption : compétition de l'élevage pour l'utilisation des résidus de culture, augmentation du temps de travail pour le désherbage et accès limité aux intrants. A l'échelle régionale, les conditions du marché et les interactions entre les différents acteurs institutionnels et politiques sont des facteurs pouvant également représenter un frein (Giller et al. 2011).

2.2 Définition des concepts

Afin d'étudier les processus d'adoption et les impacts de cette innovation, il est important de bien définir ces termes.

Un **processus** est défini comme un enchaînement dans le temps de changements d'ampleur variable et d'ajustement d'éléments hétérogènes (Chauveau et al. 1993). Selon Papy (2006), « l'**innovation** est un processus qui va de l'invention à sa diffusion » et selon Sibelet et al. (2007), l'innovation est « un processus socio-économique de changement, accompli par un groupe social et fondé sur des inventions endogènes ou exogènes », ce processus pouvant être influencé par des facteurs exogènes. L'innovation est donc un facteur de changement, elle se décompose en deux notions complémentaires (Sibelet, 1995) :

- « l'innovation-objet » ou l'invention (d'une technique ou d'un procédé) dont l'existence est a-spatiale et atemporelle ;
- « l'innovation-processus » : la mise au point du procédé, son développement et le processus d'appropriation. Cela constitue l'action d'innover, c'est un mouvement, par opposition à "l'innovation-objet".

On ne peut parler d'innovation que lorsque les producteurs se sont réellement appropriés une technique et qu'ils peuvent la reproduire sans l'appui de structures-projet (Bal et al. 2002). Dans le cadre de cette étude, nous pouvons donc définir l'innovation comme l'appropriation d'un changement dans les pratiques ou l'organisation d'un système (par exemple, une exploitation agricole, un territoire agro-pastoral).

Rogers (1962) considère qu'il y a **adoption** de l'innovation lorsqu'après l'avoir essayée le paysan constate des avantages et perçoit alors l'innovation comme étant la meilleure alternative. Il s'agit du processus essai-erreur qui peut cependant être difficile à mettre en œuvre sur une innovation systémique telle que les SCV, où ce sont à la fois des processus d'adaptation, de modification de l'invention, et d'apprentissage qui vont être à l'œuvre. Pour qu'une innovation soit adoptée, elle doit apporter un avantage réel (augmentation du revenu, allègement du temps de travail) et ne doit pas induire pour le paysan un coût supérieur au bénéfice global (Bal et al. 2002). Nous considérerons donc qu'il y a adoption lorsqu'un producteur insère dans son assolement des SCV sur un pas de temps assez long, au minimum le temps d'une rotation. D'autre part, l'adoption est un processus de reformulation des propositions en fonction des objectifs, des ressources et des contraintes de l'exploitation. On distinguera par la suite :

- la gamme de systèmes SCV conçus et proposés par les promoteurs (R&D) ;
- les SCV choisis au sein de cette gamme par les exploitants en fonction de leurs propres conditions et en suivant les recommandations liées à chaque système ;
- les SCI (Systèmes de Culture Innovants) qui ne sont plus des SCV car tous les principes du SCV ne sont pas respectés (en cas de monoculture, de labour ou si le sol n'est pas couvert) (Fabre, 2011). Pour les paysans, il s'agit d'une façon d'adapter l'offre des promoteurs de l'innovation à leurs propres conditions. Les SCI restent donc une innovation mais ne sont plus considérés en tant que SCV sensu stricto.

Enfin, selon Baker (2000), l'**impact** résulte du croisement de l'effet d'une innovation avec la sensibilité du territoire ou de la composante de l'environnement touchée par l'activité. L'impact sera donc défini comme l'ensemble des effets directs ou indirects de l'adoption des SCV, c'est-à-dire les résultats attendus ou non attendus sur les exploitations agricoles, qu'ils soient positifs ou négatifs.

2.3 Des taux d'adoption des SCV faibles quelque soit le contexte

2.3.1 Madagascar et le lac Alaotra

La région du Lac Alaotra est une grande cuvette cernée de collines située à 270 km au nord-est de la capitale malgache, à 760 m d'altitude sur les hautes terres centrales de Madagascar (Fig. 1 et annexe IV). La région est considérée comme le premier « grenier à riz malgache », elle est excédentaire en riz et joue un rôle important dans les échanges interrégionaux (Fabre, 2011).

Le relief est constitué de collines ou « *tanety* » et de vastes plaines où se distinguent les « *baiboho* » (zones colluvionnaires où la culture de contre saison est possible), les RMME (Rizières à Mauvaise Maîtrise de l'Eau) puis les Rizières Irriguées (RI) avec une bonne

maîtrise de l'eau (Annexe V). Les principales productions sont le riz (irrigué et pluvial), le maïs, le manioc, l'arachide, la patate douce, le niébé et le maraîchage. Il s'agit en majorité d'une agriculture familiale vivrière de subsistance sur *tanety* et de riziculture dans les périmètres irrigués et les plaines inondables dont les surplus sont vendus à Tamatave et Antananarivo (Fig. 1). A cela s'ajoute un élevage intégré dans ces exploitations (bovin, avicole, porcin) et le développement récent du maraîchage, deux activités sources de revenu.

Depuis les années 30, la région est marquée par une forte immigration de familles paysannes attirées par la richesse de la région. La population double tous les 20 ans et compte 80% de paysans dans les 750 000 habitants de la cuvette en 2010 (Penot, 2012). Cette pression démographique conduit donc à une pression grandissante sur les ressources naturelles accentuant des processus de dégradation des sols sur *tanety* par érosion et surpâturage (Durand, 2007).

Pour faire face à la dégradation croissante des ressources naturelles (l'érosion provoquant des pertes de fertilité et l'ensablement des rizières en aval) et à la baisse des rendements rizicoles, des programmes de R&D ont mis en place la diffusion de techniques agroécologiques et notamment de SCV depuis les années 90 et via le projet BVLac depuis 2003 (projet de mise en valeur et de protection des Bassins Versants du Lac Alaotra, Annexe III).

Les principaux systèmes SCV diffusés par le projet se basent sur des rotations de 2 ans avec par exemple maïs+légumineuse/riz pluvial ; riz pluvial/maraîchage paillé ou en intégrant le stylosanthès (détails en annexe XII). Pour la campagne 2009-10, on compte 1133 ha en SCV pour 2010 adoptants avec cependant un important taux d'abandon (Fig. 2).



Figure 1 : Madagascar et le lac Alaotra

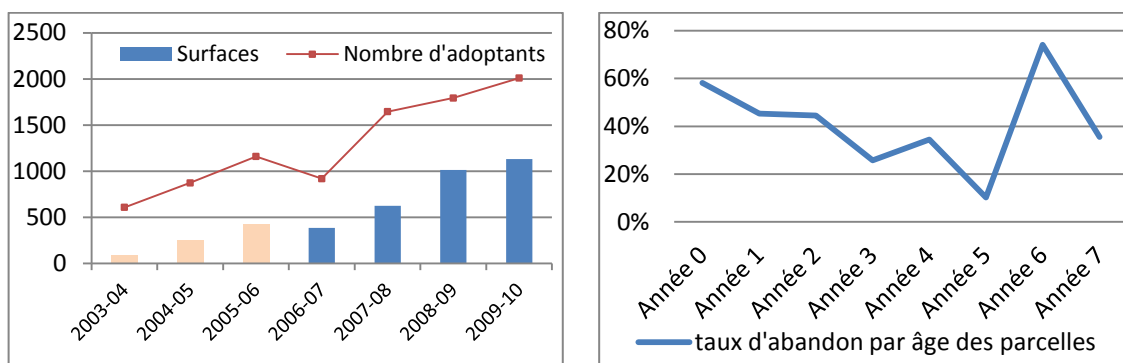


Figure 2 : Evolution des surfaces en SCV et des agriculteurs adoptants au lac Alaotra de 2003 à 2010 et taux d'abandon selon l'âge des parcelles en SCV

(Fabre, 2011, données BRL et AVSF) Note : Une parcelle avec un labour est considérée en année 0 ; les jachères améliorées faisant partie d'une rotation globale SCV et 10% des RMME encadrées (approximation à dire d'experts) sont considérées comme SCV.

On constate que 60% des agriculteurs abandonnent en fin d'année 0, avant d'avoir réellement expérimenté les SCV sur le temps d'une rotation. Les abandons sont importants les premières années car ce sont les années les plus difficiles (bénéfices difficiles à évaluer, mobilisation de temps et investissement). En année 3 à 5, les agriculteurs ont dépassé le stade d'expérimentation et sont motivés. En année 6, le fort taux d'abandon s'explique par le fait

que la pression des adventices devenant trop importante, les agriculteurs sont contraints de labourer leur parcelle, ce qui est considéré par Fabre et al. (2011) comme un abandon partiel (labour « opportuniste »). En 2010, Fabre et al. (2011) considèrent également que seulement 419 ha sont réellement en SCV, c'est-à-dire 336 ha en phase d'expérimentation (en année 1 et 2) et 83 ha pérennisés (en année 3 à 8). La pérennisation des parcelles SCV semble donc difficile.

2.3.2 La zone cotonnière du Cameroun

La zone cotonnière du Cameroun se situe au nord du pays et couvre une superficie de 85 000 km² essentiellement dans les provinces du Nord et de l'Extrême-Nord (Fig. 3, annexe VI).

Le développement de l'agriculture a été impulsé par l'introduction de la culture cotonnière en 1951 qui s'est accompagnée de la traction animale. Le coton est la culture de vente principale, cultivée par 90% des agriculteurs locaux dans les années 90 (Naudin et al. 2010) et aujourd'hui par environ seulement 50% des agriculteurs suite à la baisse du revenu cotonnier dû à la baisse du prix du coton couplée à l'augmentation du prix des intrants (Annexe VII). Les autres principales cultures sont : les céréales (sorgho, maïs, riz pluvial), les légumineuses (arachide, niébé) en rotation avec le coton et plus localement l'oignon et l'arboriculture. L'élevage semi-sédentaire de ruminants est également important dans la région.

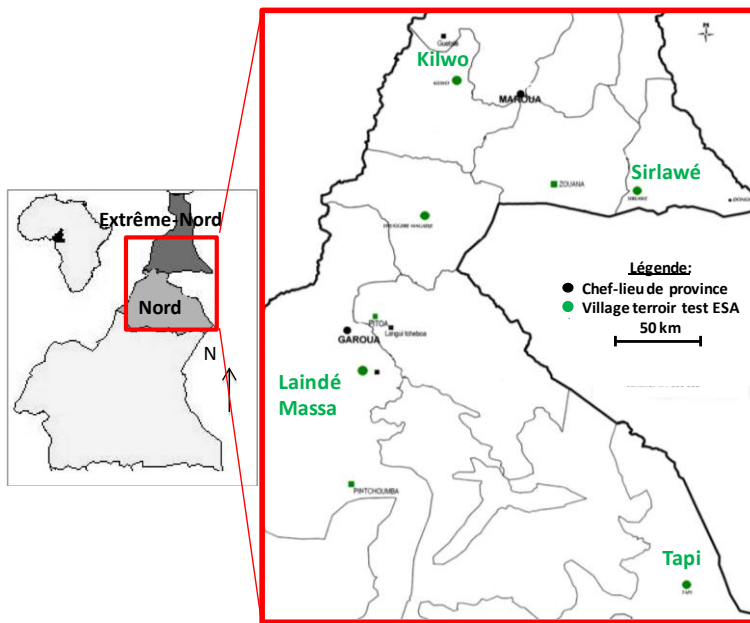


Figure 3 : Le Cameroun, les 2 provinces de la zone cotonnière et localisation des villages terroir test

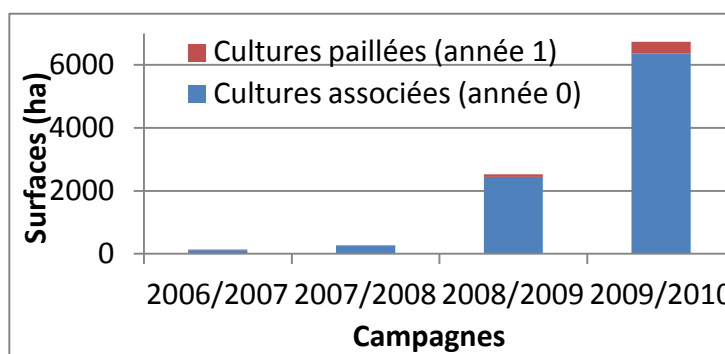
(Modifié d'après Rétif 2010)

Au nord de la zone, la pression anthropique sur les ressources naturelles (sol, eau, ressources ligneuses) a augmenté régulièrement avec l'accroissement de la population rurale et des effectifs de ruminants d'élevage (entraînant un surpâturage). De plus, le renforcement des sécheresses et la baisse de fertilité du sol (diminution de la matière organique de 1 à 4% par an, du pH de 0,02 unité/an et des éléments nutritifs) constituent les principales contraintes à l'agriculture en zone cotonnière du Cameroun (Njomaha et al. 2011). Ce contexte a entraîné une diminution du rendement en coton (Annexe VII) et une diminution des terres disponibles.

Ces problèmes de productivité et de durabilité du système ont amené la société cotonnière Sodecoton, le CIRAD et l'IRAD à travailler ensemble dans le cadre des projets DPGT (Développement Paysannal et Gestion de Terroirs) puis ESA (Eau-Sol-Arbre) depuis 2003 (Annexe III) pour mettre au point des techniques de réhabilitation des sols dégradés et d'accroissement des rendements agricoles. En 2007, la Sodecoton avec l'appui du projet ESA II a vulgarisé dans la zone cotonnière des SCV à base, la 1^{ère} année, de maïs ou de sorgho associé à une plante de couverture (brachiaria ou crotalaire) et l'année suivante de cultures paillées de cotonnier, arachide ou soja (détails en Annexe XIII). Des cultures pures de brachiaria, crotalaire, mucuna et stylosanthès ont également été diffusées.

De 2006 à 2009, l'adoption des SCV vulgarisés par le projet est passée de 130 ha à 6 730 ha (Fig. 4), ces résultats étant largement inférieurs aux 25 000 ha initialement prévus. De plus en 2009, 95% de la surface en SCV sont constitués de parcelles en année 0 (A0, céréale associée). On constate une difficulté pour les producteurs de passer de l'A0 à l'A1, c'est-à-dire de conserver la paille de la céréale et de la plante de service dans les parcelles durant la saison sèche. Durant les années 2006 à 2010, en moyenne 20 % (écart-type de 6,5%) des surfaces en A0 arrivent à passer en A1. Cependant, cette analyse peut être biaisée car certaines parcelles en A0 peuvent être volontairement reconduites en A0 (afin d'accroître la biomasse qui couvre le sol en saison sèche pour l'année suivante) et les non producteurs de coton pouvant également pratiquer des SCV ne sont pas enregistrés dans les statistiques de projet.

Figure 4 : Evolution des surfaces en SCV
(sources : Retif, 2010)



2.3.3 Les provinces de Xieng Khouang et de Sayabouri au Laos

Quatre zones de la province de Xieng Khouang ont été étudiées par le projet PAMPA/RIME (d'après Jobard, 2010, annexe IX) :

- Le district de Pek (ou plaine des jarres) : plateau de 800 à 1200 m d'altitude, sol non fertile (compacté, acide, carence en phosphore et toxicité aluminique). Culture de riz et élevage extensif de gros ruminants.
- Le bassin du district de Kham : plaine chaude de 500 à 700 m d'altitude, sols profonds et fertiles. Culture de riz et cultures de rente (maïs, piment et fruits).
- Le nord du district de Kham : hautes montagnes de 1200 à 1600 m d'altitude, sols acides et fortes pentes. Culture de riz pluvial et important élevage extensif.
- Le district de Nonghet : coteaux de 1000 à 1200 m d'altitude, sols fertiles. Culture de riz et maïs et élevage important.

Les terrains d'étude au Laos ont été sélectionnés le long d'un gradient d'intégration au marché et de manière à couvrir une diversité d'exploitations agricoles et d'agro-écosystèmes. On peut donc distinguer trois situations de production (Fig. 5) :

- Des bassins de production orientés vers les cultures commerciales (sud de la province de Sayabouri et districts de Kham et Nonghet) avec un développement initié à partir d'un transfert de technologies en provenance de la Thaïlande ;
- Une vaste pénéplaine d'altitude (district de Pek) difficilement valorisable par les moyens techniques des agricultures traditionnelles qui se limitaient à cultiver les bas-fonds en riz ;
- Des zones de montagne caractérisées par de fortes contraintes topographiques et édaphiques et la prédominance d'une agriculture familiale extensive basée sur l'abattis-brûlis et d'autosubsistance.

La province de Sayabouri quand à elle se caractérise par des sols productifs et des pentes moyennes labourables au tracteur. La monoculture de maïs est la culture la plus répandue (Annexe IX).

D'une manière générale, les provinces de Sayabouri et Xieng Khouang présentent des situations très constatées au niveau biophysique (de 250 à 1600 m d'altitude, des sols sur

roches basiques intrusives, schistes, granite, argilite et grès) et socio-économique (diversité ethnique, d'accès aux marchés, aux filières d'approvisionnement, à l'information et à l'appui technique).

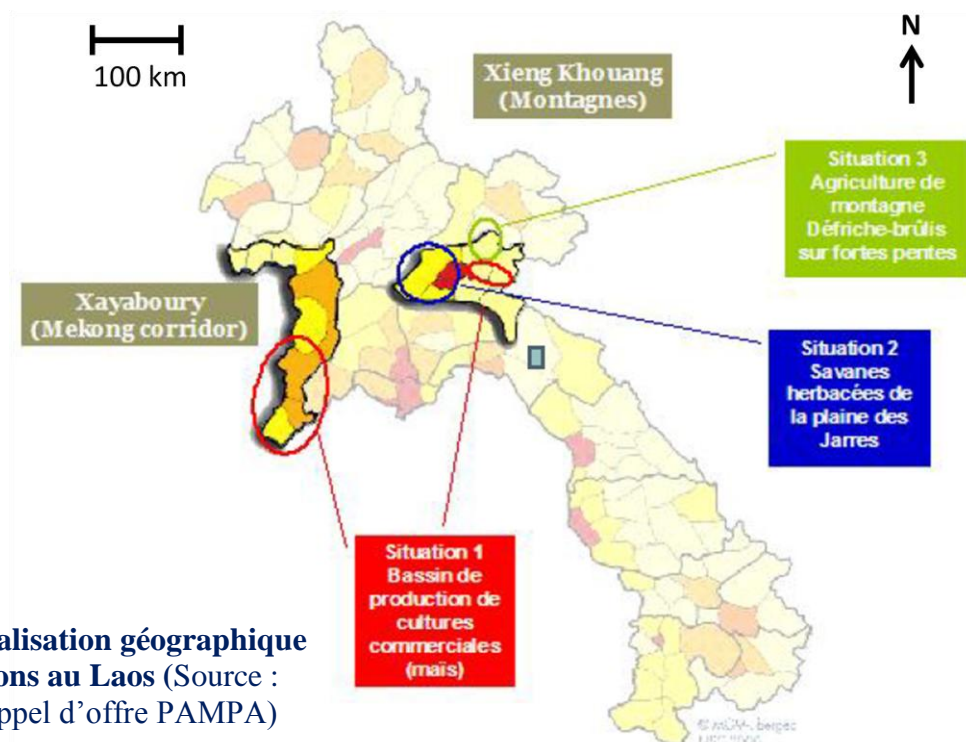


Figure 5 : Localisation géographique des 3 situations au Laos (Source : réponse à l'appel d'offre PAMPA)

La récente ouverture du pays au marché international a entraîné d'importants changements dans le secteur agricole : passage d'une agriculture de subsistance à une agriculture intensive de cultures de vente. Ce phénomène est favorisé par la forte demande en maïs du Vietnam et de la Thaïlande (pays frontaliers des deux provinces). Cela a entraîné une dépendance aux intrants, des labours profonds au tracteur et la pratique de la monoculture. Cette rapide expansion menace donc la sécurité alimentaire et l'environnement (érosion, baisse de fertilité). Face à ce contexte, le gouvernement lao a donc promu l'AC. De 2003 à 2009, le programme PRONAE (Annexe III) a développé des systèmes d'AC et des SCV dans les provinces de Xieng Khouang et Sayaboury.

Les 3 principaux systèmes promus sont : SCI de maïs en monoculture (semis direct sur les résidus de maïs précédents), SCV avec la rotation sur 2 ans riz//légumineuse fourragère et sur 4 ans de pâturage amélioré pendant 3 ans (brachiaria ou stylosanthès) suivi d'une année de riz ou de soja en SCV (détails en Annexe XIV).

A Xieng Khouang, il est trop tôt pour parler des taux d'adoption car le projet de R&D a été très court (seulement 2 ans de vulgarisation) et n'a pas permis une diffusion marquée. A Sayaboury, les surfaces en SCV sont passées de 401 ha en 2006 à 1787 ha en 2008 chez 1254 familles (Jullien, 2008a).

3. Matériel et méthode

La première étape a consisté à s'imprégner de la littérature traitant de l'AC et des SCV en particulier. En parallèle à cela, des discussions et réflexions avec des experts du CIRAD en matière d'innovation agricole ont abouti à la création d'une grille d'analyse des processus d'adoption des SCV. Cette grille présente les différents facteurs pouvant influencer la dynamique d'adoption des SCV. Les colonnes représentent les grands thèmes dans lesquelles sont listés les facteurs propres à ce thème (Tab. 1 et 2).

Tableau 1 : Facteurs externes à l'exploitation agricole pouvant jouer sur l'adoption des SCV

Environnement naturel	Gestion des terres et des ressources communes	Accès aux services et matériel	Rôle des filières et débouchés	Cadre institutionnel	Acteurs de la diffusion	Offre technique
Climat (pluviométrie, température, aléas)	Réserves de terres	Accès aux intrants	Filières vivrières et autoconsommation	Incitations publiques	Structures d'appui-conseil	Diversité des solutions techniques
Qualité du sol (fertilité, érosion, RU)	Droit foncier	Accès aux prestations mécanisées	Filières de vente	Cadre législatif	Organisations Professionnelles	Problèmes résolus grâce aux SCV
Topographie et unités de paysage	Règles de gestion de l'espace collectif	Accès aux équipements spécifiques au SCV	Filières animales			
		Accès au crédit				

Tableau 2 : Caractéristiques de l'exploitation et de l'exploitant pouvant jouer sur l'adoption des SCV

Foncier	Travail	Disponibilité financière	Activités productives	Motivations personnelles
Surfaces disponibles	Mécanisation	Capacité à investir	Cultures vivrières et autoconsommation	Santé et éthique
Statut foncier	Calendrier de travail		Cultures de vente	Degré d'autonomie
Types de terres	Double activité et main d'œuvre extérieure		Ateliers animaux	Dynamique d'apprentissage
	Foncier/actifs			

La première partie de la grille concerne les facteurs externes à l'exploitation pouvant jouer sur l'adoption des SCV, c'est-à-dire relevant de son environnement proche ou plus lointain et des modalités de diffusion de l'innovation. On y retrouve les facteurs concernant l'environnement naturel, liés à la gestion du foncier, socio-économiques et institutionnels mais également des facteurs plus techniques en lien avec les SCV (Tab. 1). Parmi ces facteurs externes, on distingue deux catégories :

- les facteurs sur lesquels l'exploitant n'a aucune maîtrise, sans possibilité de modification mais auxquels il peut s'adapter. Comme par exemple le facteur « climat » ;
- les facteurs modifiables, sur lesquels les paysans peuvent agir. Par exemple, par la création d'OP qui peut faciliter l'accès aux intrants nécessaires aux SCV ou en incitant la mise en place de règles et de lois pour la gestion des ressources et espaces collectifs.

La deuxième partie de la grille présente les facteurs internes à l'exploitation agricole. On y retrouve les caractéristiques de l'exploitation (foncier, capital, activités) mais également les motivations et choix de l'exploitant (Tab. 2).

Les facteurs de cette grille ont ensuite été renseignés pour les trois terrains d'étude. Ce travail s'est basé sur les rapports de projets et principalement de stagiaires ayant travaillé sur les différents terrains, sur des entretiens avec des experts¹ ayant participé aux projets de diffusion des SCV dans ces terrains et avec des acteurs locaux lors d'une mission au lac Alaotra. Les rapports traitent essentiellement des pratiques SCV et de l'évaluation de leurs effets sur l'exploitation. Ils ne s'intéressent donc que très peu aux non adoptants et à la comparaison adoptant-non adoptant.

Cependant, certains facteurs explicatifs ne seront pas abordés dans ce mémoire faute d'informations suffisantes ou du fait de leur non expression. C'est notamment le cas des facteurs relatifs au « cadre institutionnel ». En effet, dans les 3 terrains, il n'y a pas eu d'incitations publiques en faveur des SCV ou un cadre législatif particulier ayant influencé la diffusion des SCV ou du moins ces facteurs n'ont pas fait l'objet d'une étude particulière². De même, l'« offre technique » ne sera pas abordée car l'efficacité et la diversité des solutions techniques diffusées n'ont pas été étudiées. En ce qui concerne les facteurs internes, aucune information précise n'est ressortie des rapports et entretiens pour les facteurs « double activité et main d'œuvre extérieure », « foncier/actif » et « motivations personnelles ».

D'autre part, suite au manque d'informations pour le terrain Laos (peu de rapports de stagiaires et une seule personne ressource interviewée à Montpellier), ce terrain ne sera pas étudié pour chaque facteur explicatif sélectionné.

Une fois la grille complétée le plus précisément possible pour chaque facteur explicatif, il sera alors possible de construire un modèle explicatif sur l'adoption des SCV dans les exploitations familiales en zone tropicale. Ce modèle explicatif pourra potentiellement être encore plus générique et s'appliquer à d'autres zones géographiques et systèmes de production dans le cas des SCV ou s'adapter à d'autres types d'innovations.

¹ Les experts sont en fait des chercheurs du projet RIME/PAMPA et/ou ayant collaboré avec les projets de diffusion des SCV cités. Le terme d'experts est employé car au stade du projet les connaissances de terrain de ces chercheurs ont surtout été mobilisées.

² Comme au Laos où il existe une loi en faveur des SCV interdisant l'abattis-brûlis

4. Résultats

4.1 Comparaison du rôle de différents facteurs sur l'adoption des SCV dans les trois terrains

4.1.1 Facteurs d'adoption relevant de l'environnement des exploitations agricoles

4.1.1.1 Des SCV dans un environnement naturel souvent défavorable

- Les SCV en réponse à des contextes climatiques difficiles

Tableau 3 : Comparaison des facteurs climatiques

		Lac Alaotra	Nord de la zone cotonnière du Cameroun	Sud de la zone cotonnière du Cameroun
Pluviométrie moyenne		1000 mm (variabilité de 450 à 1600 mm)	800 mm	1200 mm
Saison des pluies		3 à 5 mois	3 mois	5 mois
Températures min et max moyennes en saison de culture		Entre 18 et 27°C	Entre 21 et 34°C	Entre 21 et 34°C
ETP		Faible	Elevée	Modérée
Aléas	Sécheresses	Fréquentes sur <i>tanety</i>	Très fréquentes	Fréquentes
	Autres	2 à 3 cyclones/an	Erosion éolienne	Fortes pluies et excès d'eau

Les attentes et les intérêts des SCV (en particulier par rapport au rôle du mulch) diffèrent en fonction des caractéristiques du climat et certaines situations climatiques plus sèches paraissent paradoxalement favorables à la mise en place de SCV.

La pluviométrie et le bilan hydrique jouent sur le développement du couvert végétal et donc sur la capacité d'un milieu cultivé donné à produire suffisamment de biomasse pour couvrir le sol toute l'année, voire même en exporter un surplus. Une pluviométrie non limitante et une faible évapotranspiration et température moyenne permettent de limiter les risques de sécheresse, les faibles développements végétatifs et les stress hydriques des cultures. Ces conditions favorisent la reprise des plantes de couverture pluriannuelles la saison suivante (comme le stylosanthès et le brachiaria), permettent d'obtenir un bon développement du couvert, un maintien en végétation plus long et en saison sèche et un moindre risque de destruction du mulch par le feu en saison sèche. De plus, cela permet de développer des associations de cultures de densité moyenne à forte permettant à la fois de ne pas diminuer le rendement de la culture principale et de produire plus de biomasse. Une bonne pluviométrie et une faible ETP, tels qu'on retrouve au lac Alaotra et au sud de la zone cotonnière (Tab. 3), favorisent la production de biomasse et donc la mise en place de SCV.

En fonction de la pluviométrie, les SCV n'ont pas les mêmes impacts sur l'agrosystème ni les mêmes objectifs attendus. Par exemple, face à la variabilité pluviométrique du nord au sud de la zone cotonnière, l'intérêt des SCV pour l'amélioration du bilan hydrique sera plus marqué au nord de la zone. En effet, la pluviométrie y est limitante, le mulch permettra donc d'améliorer le bilan hydrique en limitant les pertes d'eau par évapotranspiration face à l'importante ETP (Naudin et al., 2011). En revanche, au sud où la pluviométrie n'est pas limitante, le mulch épais aura surtout un intérêt à court terme en ce qui concerne la gestion des adventices et à long terme sur le stock de carbone.

La présence d'aléas climatiques influence également la mise en place de SCV car ils permettent d'atténuer les risques. Au lac Alaotra par exemple, on retrouve une forte variabilité pluviométrique interannuelle entraînant d'importants risques certaines années et aboutissant à

une qualité de mulch médiocre et de faibles rendements. Face à cette forte variabilité pluviométrique, les SCV, grâce à la présence du mulch, ont un effet tampon (se traduisant par une régularité des rendements selon les statistiques des projets mais qui reste à prouver agronomiquement dans le détail (Poletti et al., 2011)). D'autre part, les SCV et en particulier le fait qu'ils impliquent toujours un semis direct est intéressant en cas de retard important de l'arrivée des pluies (le semis est possible dès les premières pluies alors qu'avec un labour, il faut attendre que le sol soit suffisamment humide, après plusieurs pluies, pour pouvoir labourer puis semer). La précocité du semis du riz pluvial limite les effets négatifs de la sécheresse en fin de saison des pluies et permet théoriquement une vente rapide à bon prix avant la pleine période de récolte. Cependant, cela n'est pas toujours réalisé par les paysans qui privilégient toujours le semis des rizières avant le semis des *tanety*. Le mulch permet également de protéger le sol en limitant les effets négatifs des fortes pluies du sud de la zone cotonnière, de l'érosion éolienne au nord de la zone et des cyclones du lac Alaotra. En revanche, la biomasse de couverture et l'absence de buttage vont plutôt accroître les impacts négatifs des excès d'eau du sud de la zone cotonnière et favoriser l'engorgement des terres cultivées voire le lessivage des nutriments pas excès de drainage.

Cependant, bien qu'étant favorables à la mise en place de SCV, ces aléas climatiques rendent difficile l'obtention d'un mulch couvrant bien le sol ce qui peut donc décourager certains paysans. Il y a donc un paradoxe : les SCV permettraient de tamponner des événements défavorables à la production de la culture principale, mais l'existence de ces événements s'avère un frein à la production de biomasse de la plante de couverture, et donc aux SCV.

- Des SCV face aux sols dégradés

Tableau 4 : Comparaison des facteurs liés au sol

	Lac Alaotra	Zone cotonnière du Cameroun
Fertilité	Faible sur <i>tanety</i> (sols acides bloquant la dégradation de la MO, P peu assimilable). Bonne sur <i>baiboho</i> .	Faible : Carence en P, K et Mg, diminution de la MO, du pH. Meilleure fertilité au sud de la zone. Gradient de fertilité : augmente en se rapprochant de l'habitation au nord de la zone et inversement au sud (Annexe VIII).
Erosion hydrique	Forte sur <i>tanety</i>	Modérée (sauf situation particulière)
Causes de la dégradation	Pentes des <i>tanety</i> , mise en culture des <i>tanety</i> sans jachère longue du fait de la pression démographique, pas de protection anti-érosive.	Mécanisation, arrêt des jachères, forte densité de population au nord, surpâturage, feux de brousse, mauvaise gestion des résidus.
Caractéristique pédologique favorable aux SCV	Remontée capillaire sur <i>baiboho</i> (bon développement des cultures associées)	

Les SCV permettent d'améliorer la fertilité du sol par augmentation de son taux de matière organique suite à la dégradation du couvert (Corbeels et al. 2006) et de le protéger de l'érosion grâce au mulch (Erenstein, 2002)). Les SCV représenteraient donc une solution face à la dégradation des sols cultivés (baisse de la teneur en matière organique et érosion) ce qui inciterait les agriculteurs à pratiquer les SCV afin de régénérer la fertilité de leur sol. Knowler et al. (2007) soulignent d'ailleurs qu'une faible productivité du sol favorise l'adoption des SCV.

Par exemple, au lac Alaotra la plupart des *tanety* sont difficilement cultivables en raison de la faible fertilité des sols et de leurs fortes pentes (Tab. 4). Les SCV permettraient donc de

remonter la fertilité de ces terres en s'affranchissant de la jachère ou en en limitant sa durée (Fabre, 2011) mais cela reste encore à prouver agronomiquement.

De même au nord du bassin cotonnier camerounais, les labours répétés suite à l'arrivée de la culture attelée avec l'introduction du cotonnier dans les années 50 et les faibles apports de fumure organique en dehors des champs de case ont entraîné une importante dégradation de la fertilité et de la structure du sol. De plus, l'arrêt des jachères (la surface en jachère ne dépasse pas 10 % de la surface cultivable (A. L. Dongmo et al. 2010)) pour répondre à l'accroissement des besoins en terres cultivables associé à une mauvaise gestion des résidus (non restitués au sol : surpâturage et brulis accidentel ou de nettoyage avant le labour) et à une faible fertilisation a causé une baisse de fertilité et de teneur en matière organique du sol. Les SCV à base de coton paillé et de sorgho+brachiaria (avec ou sans fertilisation organique) permettent donc de remonter ou d'entretenir la fertilité des sols (Belchi, 2011). Les cultures fourragères (non SCV) sur les terres éloignées peu fertiles pourraient aussi jouer ce rôle si elles se diffusaient davantage.

En revanche, au sud du bassin cotonnier la dégradation du capital sol est moins marquée car la densité de population est moins forte, les populations ayant migré du nord exploitent les terres depuis moins longtemps et il reste des terres fertiles récemment défrichées en périphérie des terroirs. Le gradient de fertilité des sols et la place des systèmes proposés sont donc inversés par rapport au nord du bassin cotonnier : les cultures fourragères et les jachères améliorées se trouvent près des habitations afin de remonter la faible fertilité, on retrouve ensuite les SCV combinant cultures associées puis coton paillé dans la zone de moyenne fertilité et enfin en périphérie il n'y a pas de SCV car les sols sont encore fertiles et les paysans préfèrent y cultiver de façon conventionnelle.

Au Laos, le niveau de dégradation des sols a un lien étroit avec l'adoption : selon le degré des pentes (les SCV sont a priori adaptés aux pentes raides non mécanisables et très sensibles à l'érosion) et le niveau de fertilité (Lestrelin et al. 2012). A Sayabouri, la culture sur pentes moyennes couplée à une intensification agricole avec une exploitation minière des sols (labour motorisé, monoculture, non restitution de matière organique) due au boom du maïs³ (Annexe X) ont entraîné une importante dégradation du sol caractérisée par des griffes d'érosion. Face aux dégâts de l'intensification conventionnelle, les SCV et les systèmes SCI à base de monoculture de maïs (non labour et semis direct sur les résidus de la céréale) sont donc apparus comme une solution ayant connu entre 2008 et 2010 un certain succès dans cette province. En revanche, dans le bassin de Kham et Nonghet (Xieng Khouang), les limites et les externalités négatives de l'agriculture intensive conventionnelle à base de maïs ne sont pas encore visibles pour justifier aux yeux des paysans la mise en place de SCV (pas d'effet sur le rendement, la fertilité du sol ou la résistance d'adventices) (Lestrelin et al. 2012). Il apparaît clairement que les SCV ont connu un certain succès au Laos lorsqu'ils permettaient de maintenir une production de maïs pour le marché dans une situation de sols dégradés par le système de culture antérieure.

Cependant, des sols fertiles sont également favorables au développement des SCV. Par exemple, les sols des *baiboho* malgaches possèdent une bonne réserve en eau grâce à leur texture argileuse et à une nappe peu profonde accessible par remontée capillaire. Cela permet un excellent développement de la culture associée (la vesce avec le riz par exemple, Annexe XII) et de la plantes de couverture en intersaison, un prélèvement possible du surplus pour l'élevage et la mise en place de cultures maraîchères de contre saison paillées avec peu ou pas d'irrigation. Cette unité de la topo-séquence très favorable aux SCV favorise donc leur diffusion.

³ Entre 2000 et 2009, la production nationale annuelle de maïs est passée de 117 000 tonnes à 1 130 000 tonnes.

4.1.1.2 Des impacts variés du foncier et de la gestion des ressources communes pour la pratique des SCV

Tableau 5 : Comparaison des facteurs liés au foncier et à la gestion des espaces collectifs et solutions

	Lac Alaotra	Nord de la zone cotonnière du Cameroun (Sirlawé)	Sud de la zone cotonnière du Cameroun
Pression foncière	Difficultés à trouver des bonnes terres (RI et <i>baiboho</i>), réserves de terre sur <i>tanety</i>	Saturation foncière	Réserves en terres cultivables et en attente d'être défrichées
Insécurité foncière	Faible	Forte	
	- Beaucoup de paysans sans titre de propriété mais droits sur la terre socialement reconnu - Certaines terres en location et métayage avec baux annuels	- Chefs coutumiers décident de l'attribution des terres aux paysans - Certaines terres en location avec uniquement des baux annuels	
Solutions face à l'insécurité foncière	Guichets et certificats fonciers, début de contractualisation du métayage sur plusieurs années	Pas d'essai de solution à ce jour	
Vaine pâture	Limitée (peu d'éleveurs transhumants, petits troupeaux surveillés et à parcours journalier, cheptel en diminution)	Moyenne (agro-éleveurs)	Forte (éleveurs <i>Peuls</i> , conflits entre éleveurs et agriculteurs)
		Droit de pâture/récolte des résidus pour les cultivateurs pendant une courte période après la récolte puis vaine pâture généralisée.	
Solutions face à la vaine pâture	Parcelles SCV regroupées, gardiennage, haies vives	Parcelles SCV/fourragères regroupées, haies mortes ou vives, piquets rouges, surveillance des parcelles (comités SCV)	
Feux de brousse	Limités (contrôlés par la population)	Limités	Réguliers
Solutions face aux feux de brousse		Surveillance des parcelles (comités SCV), pare-feux	

- Des SCV différents en fonction de la pression foncière

Les systèmes de culture proposés et vulgarisés sont adaptés aux différentes situations de pression foncière. Si des terres sont disponibles les systèmes de culture vulgarisés seront diversifiés (SCV, cultures fourragères, jachères améliorées) et en situation de pression foncière les systèmes intensifs à vocation vivrière ou de vente seront privilégiés (pas de jachère, peu de cultures fourragères).

Au lac Alaotra par exemple on retrouve une forte pression foncière du fait de l'arrivée d'agriculteurs attirés par la fertilité des terres de la cuvette (notion de front pionnier lent, Penot, 2009). Il devient donc difficile de trouver de nouvelles terres à cultiver et en particulier des bonnes terres (RI et *baiboho*) (Tab. 5). On constate donc une saturation foncière en zone irriguée et sur *baiboho* qui entraîne une mise en culture de plus en plus importante des *tanety*. Des SCV pluviaux et vivriers ont donc été mis au point pour répondre au besoin d'intensification écologique de ces *tanety* indispensable à terme.

La pression foncière se retrouve également au nord du bassin cotonnier du Cameroun. Cette importante saturation foncière a entraîné une migration des populations vers le sud du bassin

cotonnier où l'on trouve encore des terres non cultivées en attente d'être défrichées. La logique des systèmes diffusés est donc différente au nord et au sud du bassin :

- au nord, l'objectif est d'accroître la production vivrière, de coton et si possible fourragère sur une même surface en culture continue ou avec très peu de jachères⁴ ;
- au sud, la relative disponibilité en terres agricoles permet de mettre en place des cultures fourragères en pure et d'intégrer des périodes de jachère améliorée dans les rotations sans que ces cultures ne rentrent en compétition avec les cultures vivrières et le cotonnier. Les SCV sensu stricto se développent alors en complément dans des zones qui leur sont dédiées et peuvent mobiliser toute la biomasse de couverture produite (pour la biomasse fourragère, il y a encore les vastes espaces de parcours naturels, les zones de culture ouvertes à la vaine pâture et les cultures fourragères).

En revanche, dans un contexte de très forte disponibilité en terres, les SCV présentent moins d'intérêt que les systèmes très extensifs basés sur l'abattis-brûlis (qui ne nécessitent pas d'investissement important, excepté en travail avant la saison des pluies). En effet, dans les zones de montagne de Xieng Khouang où l'on retrouve des terres disponibles, les pâturages améliorés ont été diffusés et les SCV en culture continue expérimentés par les paysans ont été abandonnés progressivement pour retourner à la technique d'abattis-brûlis et à la vaine pâture.

- L'insécurité foncière : un frein aux SCV

L'insécurité foncière limite fortement la diffusion des SCV. En effet, le paysan non propriétaire terrien n'a pas la certitude de pouvoir cultiver sa terre plusieurs années de suite. Il n'est donc pas incité à investir du temps et de l'argent pour améliorer la fertilité ou limiter l'érosion s'il n'est pas sûr d'obtenir un retour sur investissement après plusieurs années. Dans ce cas l'impact des SCV sur la fertilité est valorisé par le propriétaire terrien qui récupère rapidement sa parcelle. Selon Knowler et al. (2007) le facteur « terres en location » n'a pas d'influence sur l'adoption de l'AC alors que Giller et al. (2011) considèrent la sécurité foncière comme une condition probablement favorable à l'adoption de l'AC par les petites exploitations africaines. Les situations étudiées ici vont plutôt dans le sens de Giller et al..

En effet, dans les deux terrains principaux les paysans ne pratiquent que très rarement des SCV sur des parcelles à forte insécurité foncière (terres en location à contrats oraux sur de courtes périodes, métayage au lac Alaotra) (Tab. 5). Néanmoins, des contractualisations de métayage sur plusieurs années se mettent petit à petit en place (Raharisoa, 2011) au lac Alaotra et pourraient faciliter la mise en place de SCV dans ce cas spécifique.

D'autre part, l'insécurité foncière se traduit localement différemment en fonction des règles traditionnelles et a un impact différent sur la mise en place de SCV :

- Au lac Alaotra, bien que certains paysans n'aient pas de titre de propriété pour les terres qu'ils exploitent, en particulier sur *tanety*, leur droit d'exploiter la terre est reconnu socialement. De plus, cette situation s'est améliorée grâce à la mise en place de guichets fonciers communaux délivrant des certificats fonciers afin de pérenniser un droit d'usufruit. L'insécurité foncière y est donc relativement faible.
- Au Cameroun, les chefs coutumiers décident de l'affectation des terres cultivées par les familles. Ceux-ci peuvent donc décider de reprendre pour leur compte ou celui d'un allié une terre qui a retrouvé une bonne fertilité grâce aux SCV. L'insécurité foncière est donc

⁴ Dans cette région il existe de vastes zones de sols dégradés quasiment incultes ou nécessitant un investissement important en travail et en fumure organique pour être réhabilité. Par exemple à Sirlawé les espaces dits de jachère, en auréole 3 (Annexe VIII) peuvent potentiellement être remis en culture s'ils n'étaient pas trop pâturés ou si une combinaison de plantes amélioratrices (*brachiaria*, *stylosanthès*,...) y était cultivée plusieurs années de suite. Cette dernière voie est explorée par le projet ESA II.

forte dans la zone cotonnière (en particulier au sud) bien que des arrangements avec les chefs coutumiers soient parfois possibles.

Cependant, selon les objectifs de l'agriculteur (retour rapide sur investissement ou effets à moyen ou long terme) et le type de SCV proposé dont la mise en place requiert plus ou moins de temps (une saison pour le paillage de cultures maraichères, plusieurs années pour les systèmes à base de stylosanthès et brachiaria par exemple), les liens entre insécurité foncière et mise en place de SCV seront variables.

- Une gestion territoriale des ressources communes nécessaire face aux feux de brousse et à la vaine pâture

Le droit de vaine pâture et les feux de brousse limitent l'intérêt des SCV et peuvent décourager les agriculteurs à pérenniser les SCV. En effet, dans un tel contexte il est difficile de conserver le mulch et cela peut entraîner des conflits, notamment entre agriculteurs et éleveurs.

Ces problèmes relatifs à la gestion des ressources communes ou partagées se retrouvent principalement au Cameroun (Tab. 5). En effet, il existe une règle tacite stipulant que la récolte appartient au paysan cultivant la parcelle, puis qu'ensuite les animaux de la communauté peuvent pâturer librement les résidus : c'est le droit ancestral de vaine pâture (Fig. 6). Il s'agit d'un problème important au sud et au centre de la zone cotonnière où l'on trouve des éleveurs *Peuls* avec d'importants troupeaux bovins pratiquant la transhumance. Il



existe donc des conflits entre agriculteurs et éleveurs pour l'allocation de la biomasse après la récolte dans le cas où les agriculteurs veulent réserver les mulchs pour leurs quelques bovins ou pour les SCV. Ce problème est moins marqué au nord, notamment à Sirlawé où les paysans sont à la fois éleveurs et agriculteurs : ils peuvent donc conserver la biomasse sur certaines parcelles en SCV s'ils disposent de suffisamment de ressources fourragères.

Figure 6 : Vaine pâture de bovins au Nord-Cameroun (Dugué, 2008)

A Xieng Khouang, la vaine pâture est également un frein à la diffusion des SCV dans les terroirs d'agriculture extensive où une minorité d'agriculteurs souhaite passer en SCV. La diffusion de cultures fourragères associées à l'embouche bovine avait été appréciée par les paysans mais faute de politique de crédit dans la durée pour clôturer les parcelles et acheter les animaux maigres, la combinaison SCV et culture fourragère a progressivement été abandonnée et l'élevage extensif est redevenu largement majoritaire.

Des solutions pour limiter la vaine pâture ont également été mises en place dans la zone cotonnière mais sont souvent peu efficaces voire contraignantes :

- Mise en place de parcelles dédiées exclusivement à la production fourragère afin de limiter l'exploitation des couverts SCV et d'en réduire l'attractivité.
- Protection des parcelles SCV à l'aide de haies mortes ou vives (investissement en temps et financier, haie vive opérationnelle qu'après 3 ans minimum).
- Délimitation des parcelles SCV avec des piquets rouges. Ces piquets sont vus par les bouviers mais ne permettent pas de lutter contre les animaux en divagation non gardés en saison sèche.

- Constitution de comités SCV : groupes de paysans en SCV surveillant les parcelles. Ils n'ont cependant aucune légitimité selon le droit moderne ou coutumier pour lutter efficacement contre la vaine pâture.

Pour lutter plus efficacement contre la vaine pâture, il faut adopter une stratégie collective de gestion de l'espace commun. Giller et al. (2009) soulignent en effet que les droits relatifs à l'utilisation des terres (droit de vaine pâture) sont des obstacles à la constitution du mulch. Erenstein (2003) stipule également que les facteurs favorisant l'utilisation des pratiques avec mulch sont des droits de gestion des résidus bien définis et respectés, l'existence d'une convention locale sur les feux de brousse et une situation de sécurité foncière. Au Cameroun par exemple, la solution consistant à regrouper les parcelles en SCV ou fourragères en blocs semble être la plus efficace (Annexe XIII). Le projet ESA II est donc passé d'une stratégie individuelle (le paysan s'organise avec ses haies et piquets rouges) à une stratégie collective : les comités de villageois puis les comités intégrant aussi les éleveurs se mettant d'accord avec l'ensemble de la population sur un zonage du territoire villageois et sur des règles d'utilisation des biomasses en saison sèche. Dans ce cas on ne raisonne plus par parcelles individuelles mais en blocs de parcelles ce qui donne une empreinte territoriale plus forte.

En revanche, concernant les feux de brousse, fréquents au sud de la zone cotonnière, les solutions mises en place ont été peu efficaces (comités SCV et pare-feux). De plus, les mulchs épais des SCV favorisent la diffusion et les risques de feu. De ce fait, les feux de saison sèche restent une des principales contraintes des SCV dans la région de Touboro (sud du bassin cotonnier) : pour la campagne 2011-12, seulement 28% des parcelles avaient leur biomasse en bon état, 44% ayant brûlées, 22% ayant subis des dégâts de pâturage d'animaux et 6% les deux cumulés (Olina, 2011).

Le niveau de cohésion sociale a également un impact pour mener une gestion collective des ressources. Par exemple, on retrouve plusieurs ethnies dans les villages du sud de la zone cotonnière camerounaise (3 à Tapi et 9 à Laïnde Massa) et une seule dans les villages au nord de la zone (à Sirlawé et Kilwo). La gestion des conflits, notamment en ce qui concerne la vaine pâture et les feux de brousse, est donc beaucoup plus difficile au sud où la cohésion sociale est moins importante (Njomaha et al. 2010).

4.1.1.3 Différents promoteurs des SCV pour des impacts différents

Les structures de développement se distinguent d'un terrain à l'autre avec des actions et rôles différents comme le montre le tableau 6. Trois types d'organisations se dégagent : les projets de développement temporaires, les structures de développement permanentes en lien avec les SCV et les OP qui regroupent des paysans selon différents services ou activités.

- Des projets de développement efficaces et adaptés mais temporaires

En général, le bon fonctionnement des systèmes SCV et leur insertion dans les exploitations demandent une bonne connaissance technique et implique une transformation majeure des pratiques agricoles et des systèmes de production (Giller et al. 2009). Étant donné la complexité de cette innovation en termes techniques et gestionnaires, sa diffusion doit s'accompagner d'un appui initial et de conseils aux paysans dans la durée. Ainsi, les projets de développement sont importants par les activités d'appui-conseil menées dans le cadre de la vulgarisation des SCV⁵. En effet, très peu de cas de diffusion spontanée des SCV ont été observés à proximité des zones d'intervention des projets.

⁵ Ceci est d'autant plus vrai dans les pays du Sud où les paysans ont rarement accès à l'information écrite, vidéo et orale. Les médias en langue locale dédiant très peu de temps aux innovations agricoles.

Tableau 6 : Comparaison des acteurs locaux d'appui au développement et de leurs activités

Activités / Acteurs	Lac Alaotra	Nord-Cameroun : Approche « Terroirs tests »	Nord-Cameroun : Approche « Diffusion »
Les structures permanentes de développement en lien avec les SCV	Aucune de fonctionnelle	Sodecoton	
Les structures de développement temporaires financées par l'AFD	BV Lac	ESA	
Année de démarrage	2003	2003 (ESA I) puis 2007 (ESA II)	2007
Démarche globale du Projet	Vulgarisation à la parcelle : choix de SCV en fonction du milieu et des capacités d'investissement des paysans. 2006 : Évolution vers une approche « exploitation ».	Vulgarisation à la parcelle puis regroupements des parcelles SCV en blocs, zonage du terroir, approche « terroirs » avec une dizaine de terroirs tests intégrant progressivement l'élevage.	Vulgarisation à la parcelle avec constitution progressive de blocs SCV. Concerne une grande partie des zones d'intervention de la Sodecoton (vulgarisation de masse).
Techniciens vulgarisateurs	Environ 70 techniciens payés par le projet en phase de croisière, pas seulement sur les SCV	1 technicien à plein temps par terroir test.	Vulgarisateurs Sodecoton à temps partiel avec l'appui d'agents du projet.
Organisations de Producteurs en lien direct avec les SCV	Groupements Semis Direct formalisés (lien avec le crédit intrant), Associations de Crédit à Caution Solidaire.	Dispositifs organisationnels : comités de concertation entre acteurs et comités villageois SCV (surveillance des parcelles).	Aucun, via le Groupement de Producteurs de Coton.
Autres OP sans lien direct avec les SCV	Groupements de producteurs, 3 unions de groupements, 1 confédération.	GPC du village.	GPC, Union provinciale de PC et Confédération Nationale des Producteurs de Coton.
Activités de formation, démonstrations	Formation sur les techniques de base des SCV et autres thèmes pour une amélioration des systèmes de production (prise en compte de l'élevage), quelques parcelles de démonstration par groupes.	Formations SCV, formation d'un pépiniériste (pour les haies vives), démonstrations au champ.	Formations SCV en groupe.
	Visites de techniciens	Visites de techniciens	Appui individuel du technicien
	Visite d'exploitation du même terroir ou vers d'autres zones SCV	Visites de terroirs références.	
Place des paysans dans la programmation des activités SCV	Bilans de campagne (échanges entre agriculteurs et techniciens), sessions d'Accélération des Processus d'Innovation (discussion sur un itinéraire technique), carnet d'exploitation, CoAgros et Agents Vulgarisateurs de Base.	Bilans de campagne.	Bilans annuels.
Mesures incitatives	Aide pour l'accès aux intrants et au crédit, information sur l'approvisionnement.	Accès facilité aux engrais, crédits et subvention des haies vives.	
		Dons d'intrants, prêt de petit matériel.	

Les projets de développement BVLac et ESA II ont joué un rôle majeur en ce qui concerne l'appui-conseil relatif aux SCV grâce à leurs actions très diversifiées (Tab. 6). Les projets ont également eu un rôle important pour l'accès aux intrants et au crédit. Une enquête réalisée dans la province de Xieng Khouang, montre que l'absence de connaissances techniques est la raison citée par 49% des exploitants enquêtés pour ne pas expérimenter les SCV (Lestrelin et al. 2012). Au lac, 80% des paysans enquêtés sont satisfaits des appuis techniques du projet (Raharisoa, 2011) mais il n'y a pas eu de réelles évaluations de leurs impacts sur la diffusion des SCV.

Selon les stratégies déployées par les projets de développement, les impacts sont différents. Il est donc important que les projets adaptent leur stratégie aux objectifs fixés. Par exemple, le projet ESA II a suivi deux approches de vulgarisation en parallèle avec des objectifs différents (Tab. 6) :

- une approche ciblée à partir d'une dizaine de terroirs tests avec pour chaque terroir un technicien affecté. Cette approche a eu l'avantage d'adapter la vulgarisation aux différentes situations (notamment en intégrant l'élevage et les éleveurs) ;
- une action de vulgarisation à grande échelle avec de nombreux vulgarisateurs de base de la Sodecoton. Cette approche est plus sectorielle et descendante, avec une offre technique plus limitée (un système SCV dominant, pas de cultures fourragères) et une approche « parcelle » mais permet de toucher un public plus large.

De plus, il est important que les projets de développement ne suivent pas une approche trop top down et qu'ils sachent adapter leur stratégie aux contraintes rencontrées. Ce fut le cas dans les deux terrains principaux étudiés, où l'on constate une évolution dans la démarche des projets. Au début, la vulgarisation des SCV suivait une approche classique « à la parcelle » puis face aux contraintes rencontrées, une nouvelle orientation a été mise en place. Au lac Alaotra, le lien entre élevage et SCV a été pris en compte pour une approche davantage orientée « exploitation ». Dans la zone cotonnière du Cameroun, les problèmes liés aux feux de brousse et à la vaine pâture ont amené le projet à suivre une approche « terroir » et multi-acteurs notamment en identifiant les zones SCV et en regroupant les parcelles SCV et fourragères en blocs (cf. 4.1.1.2).

Cependant, cette dépendance des agriculteurs aux projets de développement pour la mise en place de SCV (appui technique et matériel) remet en cause la poursuite de la diffusion et le maintien des SCV une fois que les projets se terminent. Il peut en effet y avoir des effets d'aubaine consistant pour les paysans à mettre en œuvre l'innovation SCV uniquement pour accéder à leurs services et à certains avantages offerts par les projets. Selon Giller et al. (2009), l'adoption des SCV en Afrique sub-saharienne ne serait pas durable car elle est sous « l'influence » temporaire des projets (apport d'un paquet technologique, soutien technique et financier direct mais temporaire, intermédiation avec le système bancaire). Cela est confirmé à Xieng Khouang où les paysans ont pratiqué les SCV tant que le projet était présent pour les soutenir techniquement et financièrement, ensuite ils les ont abandonnés quand le projet s'est terminé fin 2009.

- Les structures pérennes d'appui-conseil

Un service d'appui-conseil à la mise en place des SCV assuré par une structure pérenne permet d'inscrire la diffusion des SCV dans la durée. Cependant ce type de structure permanente de développement se retrouve uniquement au Cameroun avec la Sodecoton. En effet, la Sodecoton a toujours été présente pour assurer un soutien logistique et en personnel aux projets financés par l'AFD et un relai financier entre deux projets. Cette situation, très rare dans les pays tropicaux pauvres et donc très précieuse, permet d'assurer la pérennité des

actions ce qui n'est pas le cas au lac Alaotra où les structures publiques et permanentes d'appui à l'agriculture ne sont pas fonctionnelles. Cependant, la présence de la Sodecoton a également des impacts négatifs sur la diffusion car elle exclut des actions de vulgarisation les paysans ne faisant pas partie d'un Groupement de Producteurs de Coton (c'est-à-dire les paysans exclus suite à un problème de non remboursement du crédit ou les paysans non producteurs de coton)⁶. Ces paysans ne sont donc pas en mesure de faire des SCV car ils ne bénéficient pas de l'appui du projet et de la Sodecoton (accès à l'encadrement mais également au crédit, semences et intrants). Cette dichotomie rend difficile l'émergence d'actions collectives à l'échelle de territoire villageois et cela illustre bien le fait que sans appui-conseil les producteurs ont beaucoup de mal à continuer en SCV. De plus, il est trop tôt pour affirmer que la Sodecoton va poursuivre la vulgarisation des SCV sans le soutien de projet financé par l'aide extérieure.

- Des Organisations de Producteurs avec peu de moyens

Pour pérenniser l'adoption des SCV, il apparaît nécessaire que les paysans soient toujours mieux formés et plus autonomes et cela peut passer par leurs OP. Il semble cependant que sans création de valeur économique à partir des SCV sur laquelle des sommes destinées au conseil pourraient être prélevées, il sera très difficile pour les OP et leurs adhérents de s'autonomiser financièrement. Des opérations de diffusion des SCV seront alors toujours dépendantes de fonds extérieurs, sur lesquels pèsent de nombreuses incertitudes notamment pour la mise en œuvre d'actions dans la durée.

Bien qu'on retrouve au Cameroun une forte structuration du monde paysan autour de la filière coton avec la CNPC et ses démembrements au niveau des régions et des villages (les GPC), ces OP ne sont pas intervenues directement pour la diffusion des SCV car elles n'ont pas été mandatées pour cela (le rôle d'appui technique relève de la direction de la production agricole de la Sodecoton). Au lac Alaotra, les groupements de producteurs sont peu dynamiques pour le moment et leurs activités très limitées (Annexe XV). En effet, leur mise en place récente (création de la confédération VIFAM en 2010) et leur manque de moyens financiers limitent fortement leur action. La diffusion des SCV a tout de même permis des regroupements d'agriculteurs adoptants (GSD et ACCS au lac Alaotra ; comités SCV au Cameroun) qui ont pu mettre en place des actions ciblées en lien parfois avec les SCV (surveillance de parcelles et concertations au Cameroun ; diffusion d'informations, achats groupés, facilitations pour la commercialisation, l'accès au crédit et aux services au lac Alaotra). Au lac Alaotra, le projet BVLac avait commencé à intégrer les OP dans leurs actions en donnant un rôle aux GSD et aux ACCS pour l'accès au crédit. Cependant, la réelle structuration des producteurs en OP fonctionnelle n'est pas chose facile dans cette zone. Le projet BVLac se terminant en 2013, celui-ci a développé une forte activité centrée sur le conseil à l'exploitation et a appuyé tardivement (en 2011) des actions de formation de paysans pilotes, les CoAgros, afin qu'ils jouent le rôle de technicien au sein de leurs groupements. Cependant ce projet n'est qu'en phase expérimentale et la question est de savoir comment les activités de ces paysans formateurs seront financées par la suite.

⁶ Le prochain projet intégrant la promotion de l'AC au Nord-Cameroun devrait associer un plus grand nombre d'acteurs (Sodecoton, directions régionales de l'agriculture et de l'élevage, OP d'éleveurs, CNPC,...).

4.1.1.4 Un recours aux intrants, au crédit, aux équipements spécifiques ou aux prestations mécanisées nécessaire selon le contexte

Tableau 7 : Comparaison de l'accès aux intrants, équipement spécifique, crédits et prestations mécanisées

	Lac Alaotra	Zone cotonnière du Cameroun
Provenance des engrais et produits phytosanitaires	Au début : fournis à par BVLac (crédit fournisseur) puis recours au crédit bancaire et fournisseurs privés. Aujourd'hui : très faible usage des engrais et herbicides du fait des prix élevés (sauf pour le Gaucho).	Facilité d'accès par la Sodecoton pour les cotonculteurs (à crédit, subventionnés). Dons ponctuels de petites quantités par le projet aux paysans « méritants ».
Provenance des semences de plantes de couverture	Au début : dons par BVLac. Aujourd'hui : vente par un centre d'approvisionnement privé, par des paysans ou autoproduction.	Dons par ESA II pour les parcelles suivies. Capacité des paysans à produire toutes les semences (revente au projet en fonction de ses besoins).
Équipement spécifique	Petites surfaces pouvant être semées manuellement (matériel de semis manuel pour SCV coûteux et peu performant).	
		Quelques appareils à cache pour pulvérisation d'herbicide prêtés par ESA II, semoirs en traction manuel et motoculteurs en cours d'expérimentation
Crédits	Crédit du projet puis crédit bancaire à caution solidaire pour l'engrais (accès aux banques grâce au projet). Aujourd'hui : peu de recours au crédit.	Crédits intrants de la Sodecoton remboursés à la vente du coton, cercles de caution. Pas d'accès au crédit pour les non producteurs de coton.
Accès aux prestations mécanisées	Facile (location d'attelage) ; labour manuel à l' <i>angady</i> long.	Facile (traction animale bien implantée, location) ; Beaucoup de semis direct (rapide et moins coûteux)

- Des intrants nécessitant un accès au crédit : quelle(s) alternative(s) ?

La plupart des SCV proposés s'inscrivent dans un processus d'intensification et un objectif de rendement élevé. Ils nécessitent donc un recours aux engrais pour ajuster les besoins des différentes plantes et associations de cultures, limiter les faims d'azote (dus au mulch) et améliorer la productivité dès la première année et produire suffisamment de biomasse. Un recours aux herbicides est également nécessaire pour contrôler l'enherbement lorsque la main d'œuvre est onéreuse ou peu disponible pour les sarclages (très délicats en cas de faible couverture du sol). A cela s'ajoute le recours accru aux produits de traitement des semences (fongicides, insecticides systémiques comme le Gaucho au lac Alaotra). Un accès à ces intrants est donc nécessaire pour mettre en place des SCV mais ces intrants représentent un coût non négligeable pour les exploitants. Le recours au crédit est donc essentiel lorsque l'usage des intrants est nécessaire pour mettre en place des SCV et peut donc représenter un facteur limitant pour certains paysans.

Pour favoriser la mise en place des SCV dans nos deux terrains, l'accès aux intrants a été dans un premier temps facilité par les structures d'appui-conseil (Tab. 7) :

- Au lac Alaotra les intrants ont été fournis à crédit la première année par le projet puis les Institutions de Micro-Finance ont octroyé des crédits à caution solidaire. Auparavant, les IMF ne faisaient pas ou peu de crédits pour les cultures sur *tanety* jugées peu rentables mais grâce au projet mettant en avant la faisabilité des SCV sur cette unité de paysage, ce type de crédit est maintenant possible. Toutefois les IMF ont demandé un Fond de Garantie Mutuel au projet et aux OP. Les techniciens encadrent les agriculteurs dans cette

démarche de demande de crédit (individuelle ou du groupement) en élaborant une fiche personnalisée de planification des activités "innovantes" que le paysan veut réaliser. La fourniture en intrants se fait ensuite par les centres d'approvisionnement privés et les revendeurs dans les villages ;

- Au Cameroun les engrais et herbicides sont indispensables (sols peu fertiles, fort enherbement), la Sodécoton a donc fourni les intrants à crédit et à prix avantageux qui sont remboursés avec la récolte du coton. Ponctuellement, le projet effectue également des dons en intrants (Tab. 8) et prend en charge l'avance que les paysans doivent payer avant la livraison de l'engrais.

Tableau 8 : Provenance de l'urée et du NPK à Sirlawé (Extrême-Nord) en 2010-11 (Belchi, 2011)

	Remarques	Cultures	Crédit Sodécoton	Achat comptant	Don du projet ESA
Urée	Apport d'urée supplémentaire en SCV pour l'association et pour limiter la faim d'azote du coton paillé	Sorgho+brachiaria	34%	13%	53%
		Sorgho conventionnel	83%	17%	
		Coton paillé	46%		54%
		Coton conventionnel	100%		
NPK	La quantité fournie par la Sodécoton pour le sorgho est insuffisante	Sorgho+brachiaria	60%	30%	10%
		Sorgho conventionnel	55%	45%	
		Coton paillé	83%		17%
		Coton conventionnel	100%		

Les paysans prennent des risques en souscrivant à un crédit (problèmes de remboursement face à la faible rentabilité économique immédiate des SCV, possibilité de forts aléas climatiques comme les cyclones et sécheresses) et sans un accès durable au crédit pour l'approvisionnement en intrants, l'adoption des SCV est fortement limitée. En effet, dans la province de Xieng Khouang, un crédit intrant a été mis en place par le projet puis le relai a été pris par une banque, le projet se portant caution. Les crédits se sont ensuite arrêtés avec le projet face au manque de garantie pour la banque ce qui a favorisé l'abandon des SCV. Il existe cependant une alternative à cela : les SCV à bas niveau d'intrants. Ce type de SCV est issu de pratiques paysannes d'adaptation et a surtout été observé au Lac Alaotra à partir de 2009 (Tab. 9). Ces paysans ont utilisé de moins en moins d'engrais face à la conjoncture d'augmentation du prix des intrants agricoles (doublement des prix en 2008/2009). Avec ce type de SCV, le crédit n'est donc plus nécessaire. Le projet avait aussi mis l'accent sur des SCV avec essentiellement des légumineuses de couverture pour diminuer le recours aux engrais minéraux azotés. De plus, les paysans orientent davantage les apports de fumure organique vers les cultures SCV et non plus exclusivement sur les RI. Le principe préconisé est donc d'appliquer des engrais minéraux les premières années de SCV afin de faire face aux fortes carences et de favoriser rapidement la production de biomasse puis de passer à des SCV à bas niveau d'intrant avec présence de légumineuses. De plus, les paysans favorisent les systèmes permettant une bonne gestion des adventices sans recours systématique et répété d'herbicide (comme les systèmes à base de dolique ou de stylosanthès qui sont bien couvrants). L'utilisation d'herbicide reste relativement faible car elle représente un coût élevé par

Tableau 9 : Doses de NPK appliquées sur les cultures SCV en 2008-09 (Source : BRL 2010) et approximations à dire d'expert avant 2008

Doses de NPK (kg/ha)	Nombre de parcelles SCV en 2008-09 (et %)	Pourcentage des parcelles avant 2008
0	2238 (99%)	20%
0-50	7 (0.3%)	30%
50-100	15 (0.7%)	50%
>100	1 (0%)	0%

rapport à la main d'œuvre peu chère mais l'utilisation du Gaucho (représentant un faible coût à l'hectare) pour protéger les semences est généralisée.

Au Cameroun, les agriculteurs ont réagi à l'augmentation du prix des intrants en diminuant les surfaces en coton car il est très difficile de produire du coton sans engrais ni insecticides. Les paysans ont donc tendance à privilégier des cultures moins gourmandes en engrais comme l'arachide ou le sorgho. La poursuite des SCV est alors possible avec la rotation brachiaria+sorgho//arachide paillé qui demande peu d'intrants et qui constitue une certaine autonomie vis-à-vis de la filière coton (ce système est applicable au nord du bassin cotonnier où le sorgho est majoritaire). De plus, on constate une augmentation des surfaces en cultures paillées autres que le coton comme l'arachide ou le soja. Cependant, la diffusion de ce type de SCV chez les producteurs exclus des GPC semble quasi absente et n'a pas été étudiée dans le cadre de PAMPA car ces producteurs ne sont plus appuyés par ESA II.

- Un accès au matériel spécifique aux SCV pas toujours nécessaire

Pour les petites exploitations familiales l'accès au semoir spécifique aux SCV n'est pas indispensable car le semis manuel est possible (Fig. 7). En effet, au lac Alaotra et dans la zone cotonnière du Cameroun les parcelles SCV étant petites (0,3 ha en moyenne en zone cotonnière (Njomaha et al. 2010)), le temps de semis est faible (Tab. 7). Il n'y a donc pas eu d'interventions importantes des projets pour vulgariser le matériel de semis direct manuel (type canne planteuse, Annexe XI) et de traction animale. De plus ce matériel est cher et face au faible coût de la main d'œuvre (environ 1€/jour de travail au lac Alaotra et 2€ au Cameroun), les familles préfèrent généralement en cas de fort besoin en travail recourir à l'emploi de plus de journaliers bien que le travail réalisé soit de moindre qualité.

Pour l'application d'herbicides dans les interlignes, l'appareil à cache (quelques équipements de ce type sont prêtés dans les terroirs tests du Cameroun) est bien adapté (Annexe XI) mais les paysans ont également pu se débrouiller sans (Fig. 7).

Toutefois un matériel de semis peu coûteux et adapté aux situations étudiées seraient utiles tant pour les cultures principales que les plantes de couvertures dès que les parcelles atteignent plus de 0,5 ha. Cela devrait concerner en priorité le semis direct dans les mulch qui est considéré par les paysans comme pénible lorsqu'il est réalisé manuellement.

D'autre part, ce besoin en matériel spécifique dépend du niveau technique des systèmes agricoles : en traction animale et motorisée, l'outillage spécifique aux SCV est différent de celui des systèmes conventionnels et est donc indispensable (en particulier pour réaliser le semis direct). Par exemple, pour les exploitations motorisées de Sayabouri, la situation est

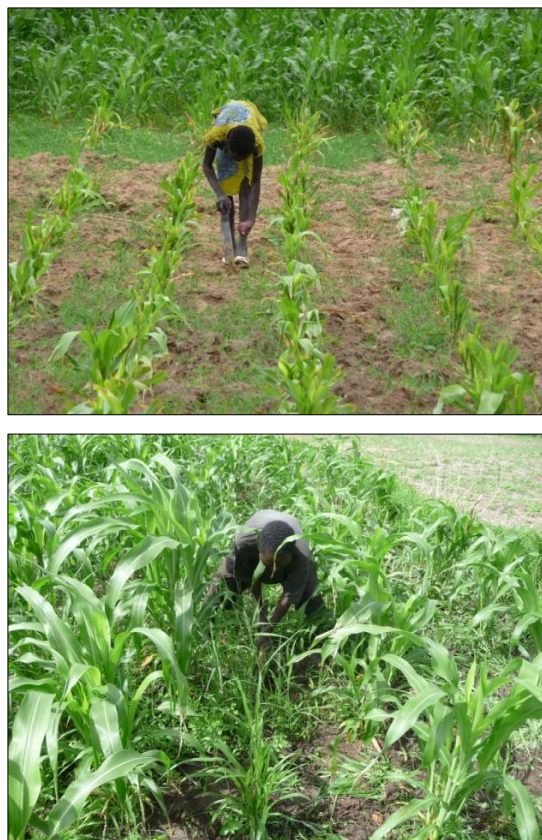


Figure 7 : Semis manuel du brachiaria associé à une céréale et sarclage de brachiaria au Nord-Cameroun (Dugué, 2011)

différente des situations malgaches et camerounaises. Le matériel de semis direct a dû être importé du Brésil et adapté aux petits tracteurs. Sans cette adaptation du matériel, la diffusion des SCV aurait été freinée.

- Un accès aux semences des plantes de couverture facilité par les projets mais induisant un biais

L'introduction des cultures de couverture des systèmes SCV demande un approvisionnement en semences que l'on ne retrouve généralement pas sur le marché national. Au lac Alaotra et dans la zone cotonnière camerounaise, la majorité des plantes fourragères ont été importées ou proviennent de stations de recherche zootechnique. La mise en place de ces plantes de couverture semble donc difficile sans la présence d'une structure les introduisant. Les projets de développement ont donc un rôle dans cette diffusion (Tab. 7) mais leur action n'est que temporaire et ciblée. En effet, après la phase de dons de semences au lac Alaotra, le projet n'a plus fourni de semences, les nouveaux adoptants ont donc des difficultés à trouver certaines semences de plantes de couverture ; au Cameroun, les non producteurs de coton n'ont pas accès à ces semences et ont donc des difficultés pour débiter en SCV. D'autre part, dans bien des cas les stratégies de diffusion des plantes de couverture déployées par les projets entraînent un biais sur la réelle diffusion des SCV (ou de la culture fourragère) par l'achat massif des semences par les projets. En effet, dans les 3 terrains d'étude les projets ont acheté aux paysans les semences de brachiaria et, dans une moindre mesure, de stylosanthès. Certains producteurs ont donc fait du brachiaria en pur principalement pour la production de semences⁷ qui leur assurait un débouché rentable (Retif et al. 2010). Lorsque les projets arrêtent ces achats, les producteurs qui maîtrisent cette production arrêtent de produire la plante de couverture et sortent du dispositif SCV car ils n'y trouvent plus le même intérêt économique.

La mise en place d'une filière d'approvisionnement pour ces semences avec le soutien des structures pérennes d'appui au développement semble donc nécessaire. De plus, il faut encourager au maximum l'autoproduction de ces semences dans les villages de vulgarisation et les échanges ou ventes entre voisins.

- Un plus grand intérêt des SCV en cas d'accès limité aux prestations mécanisées

Les SCV représentent une alternative afin de ne plus être dépendant de prestataires de labour relativement coûteux mais surtout pour éviter les problèmes de mauvaise programmation des travaux entraînant un retard du semis. On constate par exemple qu'au lac Alaotra et au Cameroun, l'accès aux prestations mécanisées reste relativement facile car il est possible de louer un attelage (Tab. 7). Cependant le recours à la location entraîne un retard dans la mise en place des cultures lorsque les champs sont labourés en dernier. De plus, pour les petites exploitations avec peu de moyens disponibles cette location de matériel de travail du sol représente un coût et le labour manuel à l'*angady* au lac Alaotra demande beaucoup de temps (entre 50 et 100 hommes/jour/ha). D'autre part, au Cameroun la location d'un attelage revient un peu plus chère que l'utilisation d'herbicides afin de détruire les adventices avant le semis.

Le passage à cette innovation est facilité lorsque le semis direct est déjà pratiqué. C'est notamment le cas au Cameroun où le semis direct est largement diffusé⁸ car facile à réaliser

⁷ L'année suivant la culture de la plante de couverture en pure le paysan installe une culture en semis direct sur mulch comme le coton, la conservation du mulch en saison sèche était encouragée par une prime accordée par kg de semences vendus 6 mois avant.

⁸ Il faut distinguer le semis direct traditionnel de début de saison des pluies du semis direct avec herbicides qui correspond à une réelle innovation touchant maintenant toute la zone cotonnière.

sur ces sols légers et car les herbicides sont facilement accessibles contrairement à la situation au lac Alaotra où l'arrêt du labour sur *tanety* est plus difficile et représente un changement de pratique profond pour les paysans.

La situation est cependant différente lorsque l'exploitant a très facilement accès à la motorisation pour le travail du sol. Par exemple, dans la province de Sayabouri les prestations de labour motorisé sont très facilement accessibles alors qu'elles sont marginales, coûteuses et de faible qualité au Cameroun et à Madagascar. Au Laos, il y a un réel lobby et une pression de la part des prestataires de services motorisés⁹ qui freinent la diffusion des SCV pour pouvoir poursuivre leur activité. En effet, lorsque les prestations mécanisées sont accessibles et peu coûteuses, cela ne va pas inciter le paysan à s'orienter vers un système préconisant le semis direct qui s'accompagne de différentes contraintes (semis délicat et long dans le mulch, recours aux herbicides presque obligatoire, compaction possible du sol à long terme, développement du parasitisme...). En revanche, c'est également ce labour motorisé qui est un facteur de dégradation des sols (notamment sur pentes s'il est mal réalisé). Lorsque la motorisation est en grande partie la cause de la dégradation du sol, celui-ci favorise donc indirectement la pratique des SCV.

4.1.1.5 Un intérêt plus ou moins marqué des filières pour les SCV

La présence d'une filière forte peut avoir des impacts positifs sur la diffusion des SCV. Si cette filière est pilotée par les acteurs locaux, comme la filière coton camerounaise bien organisée et performante, elle va favoriser la pratique des SCV (soutien technique, financier et logistique) car elle a tout à gagner d'un système de production durable du produit agricole recherché. En effet, la Sodecoton achète toute la récolte et a besoin du coton pour faire tourner ses usines d'égrenage et ces huileries. On peut alors se demander pourquoi les SCV à base de coton n'ont pas été largement adoptés ? Une explication possible serait la baisse du prix de vente du coton de 2005 à 2009 à une période où le prix des engrais augmentait rapidement (Annexe VII) cela a donc rendu cette culture peu attractive : les surfaces en coton sont passées en une décennie de près de 300 000 à 100 000 ha alors que le modèle de diffusion des SCV est resté centré sur le coton.

Au contraire, une filière pilotée par des acteurs extérieurs (sans participation des producteurs locaux) attachera peu d'importance à la durabilité des systèmes de production tant qu'il existera une offre suffisamment proche ou à un prix acceptable. On a par exemple assisté au Laos à un développement rapide de la filière maïs avec un paquet technique allant à l'encontre des principes agronomiques et en particulier des SCV. Ce boom du maïs (Annexe X) cultivé en système conventionnel est dû à une importante demande en maïs des pays frontaliers (Thaïlande et Vietnam) pour l'alimentation animale. Le gain rapide du maïs en monoculture explique le choix des projets de diffuser des systèmes SCI à base de monoculture de maïs (Jobard et al. 2011) plutôt que des SCV sensu stricto qui rapportent moins. Le problème est que la Thaïlande et le Vietnam ne voient pas d'intérêt à développer des systèmes de production de maïs durables au Laos tant qu'il existera des bassins de productions à développer dans d'autres pays.

Pour promouvoir un système technique qui ne dégage pas une marge supérieure au conventionnel (au moins la première année) il est donc important que celui-ci soit soutenu. Ce soutien peut passer par l'Etat lorsqu'il considère que la fertilité du sol est un bien public (capital sol) et qu'il est normal d'aider les paysans à aménager leurs terres en les

⁹ Il serait envisageable que ces prestataires utilisent leur tracteur pour du semis direct dans le mulch mais l'offre en petit semoir de semis direct est faible, de qualité très variable et le matériel de qualité d'origine brésilienne est coûteux et nécessite une forte puissance de traction.

subventionnant. Ce serait donc à l'Etat lao d'inciter les producteurs à préserver leur capital sol. C'est pour cela qu'une taxe sur le maïs exporté en Thaïlande (1\$/t de maïs) a été mise en place afin de créer un fond d'appui pour financer les acteurs de la diffusion des SCV. Cependant, bien que louable, cette stratégie est difficile à contrôler, source de détournement mais surtout les pays du Sud n'ont pas les capitaux nécessaires. En effet, au Laos cette taxe est difficile à collecter sans structure d'appui comme la Sodecoton qui centralise les exportations et possède une administration forte. Il semblerait en effet qu'il y ait des problèmes liés à la perception et à la redistribution de l'argent provenant de cette taxe.

Lorsque l'Etat n'intervient pas, le marché va alors régler les problèmes de dégradation des sols si les prix agricoles sont suffisamment rémunérateurs et si les techniciens peuvent proposer des bonnes techniques. La filière contribue alors à diffuser l'innovation, comme ce fut le cas avec la Sodecoton (celle-ci n'est cependant intervenue que lorsqu'il y a eu projet).

4.1.2 Facteurs d'adoption internes à l'exploitation agricole

4.1.2.1 Un intérêt plus marqué pour les SCV des petites structures en propriété avec une certaine répartition des terres au sein de l'exploitation

Tableau 10 : Comparaison des facteurs fonciers des exploitations pratiquant des SCV

	Lac Alaotra	Zone cotonnière du Cameroun
Surface cultivée	Petite à moyenne (< 5 ha en moyenne)	Petite à moyenne (< 3 ha en moyenne)
Statut foncier	87% de propriétaires, 7% de locataires et 6% en métayage (Fabre 2011).	Majoritairement « propriétaires » mais droits individuels faibles face aux autorités coutumières, 20 à 30 % de locataires en zone de forte immigration.
Types de sols/cultures de l'exploitation en SCV	Surface et % en <i>tanety</i> plus importants, part en <i>baiboho</i> variable selon les situations et peu de RI.	Sols souvent pauvres, dégradés si forte pression foncière. Possibilité de récupérer des terres à l'abandon (car très peu fertiles). Cultures de coton.

Certains points liés au foncier des exploitations agricoles familiales sont favorables à la mise en place de SCV : avoir une surface agricole petite à moyenne avec généralement une surface cultivée/actif faible et posséder des terres en propriété. Cela est confirmé dans les deux terrains (Tab. 10). L'arrêt de la jachère sur *tanety* permis par les SCV a en effet l'avantage, pour un paysan ayant un accès limité en foncier sur *tanety*, d'augmenter sa surface cultivée annuellement si cette jachère est remplacée par une culture permettant une production vivrière ou une exportation de biomasse fourragère. Cependant, il faut nuancer ce constat pour les très petites exploitations pratiquant une agriculture de subsistance. En effet, elles ne souhaiteront pas investir dans des systèmes SCV car ceux-ci représentent un risque trop élevé (rentabilité des investissements en intrants aléatoire, endettement). D'autre part, un agriculteur non propriétaire de ses terres sera peu enclin à investir dans un système SCV s'il n'est pas sûr de cultiver sa terre sur le long terme, comme nous l'avons vu précédemment (cf. 4.1.1.2).

Concernant le type de surfaces exploitées en SCV, les situations diffèrent d'une région à l'autre. Ainsi, au lac Alaotra, les exploitants avec essentiellement des surfaces en RI (générant d'importants revenus) ont peu à gagner en adoptant les SCV sur *tanety* et *baiboho*. L'objectif d'accroître la production de l'exploitation grâce aux SCV sera donc plus recherché par les exploitants possédant une importante surface en cultures pluviales, en particulier sur *tanety* mais également sur *baiboho*. Au Cameroun, dans le sud du bassin cotonnier, les paysans sont contraints d'abandonner les parcelles les moins fertiles et voient depuis quelques années leur

surface cultivable diminuer lorsqu'ils n'ont pas accès à des réserves en terres défrichables. Les SCV mais aussi la culture pure de légumineuses fourragères restauratrices de la fertilité (mucuna, stylosanthès, pois d'Angole) sont donc perçus comme des solutions pour récupérer ces terres laissées à l'abandon afin d'augmenter leur surface cultivable (Retif et al. 2010).

4.1.2.2 Des SCV adaptés aux exploitations non mécanisées et des impacts variables sur le travail

Les SCV par leur absence de travail du sol sont logiquement plus adaptés aux exploitations non mécanisées et permettent plus de souplesse dans la gestion du calendrier de travail en période d'implantation des cultures et de début d'entretien pour une meilleure répartition des temps de travaux, comme le rappelle Giller (2009). En effet on constate dans les deux terrains que les exploitations non mécanisées sont plus aptes à adopter les SCV. En effet, cela leur évite d'avoir des frais de location (zébus, charrue et herse) ou de réaliser le travail du sol manuellement (à l'*angady* au lac Alaotra) en cas de trop forte pression financière ou d'indisponibilité d'attelage.



Figure 8 : Champs de case avec un mulch peu couvrant sur coton au Nord- Cameroun (Dugué, 2011)

Cependant l'effet des SCV sur le temps de travail est différent en fonction de la maîtrise de l'itinéraire technique par le paysan et du degré d'investissement en herbicides et engrais ((Fabre, 2011 ; Belchi, 2011 ; Paresys, 2011, Annexe XVI). Par exemple, un mulch pas assez épais et peu couvrant (Fig. 8) demandera un temps de désherbage plus important, en particulier si le paysan ne peut pas s'aider d'herbicides après la levée. Il faut donc plusieurs années de pratique des SCV pour bien gérer l'itinéraire technique et la couverture du sol en inter-culture afin de parvenir à des diminutions de temps de travail. Ce temps de

travail économisé pourra alors permettre à l'exploitant d'employer moins de main d'œuvre extérieure, d'avoir une double activité ou bien d'accroître sa surface cultivée.

L'impact sur le temps de travail dépend également du type de SCV : la plupart des systèmes SCV ne nécessitant pas un apport additionnel de biomasse ou un temps important de traitement de la biomasse de la plante de couverture (cas du stylosanthès au lac Alaotra) ont l'avantage de mieux répartir la charge en travail sur la campagne agricole et de limiter les pics de travail nécessitant de la main d'œuvre supplémentaire. C'est le cas dans les deux terrains où en conventionnel, le labour n'a lieu qu'après l'arrivée des pluies. En SCV, les travaux de préparation des champs débutent avant l'arrivée des pluies ce qui permet de semer dès les premières pluies (à dire d'experts 10 à 15 jours plus tôt en moyenne pour le coton paillé au Cameroun) et d'étaler le travail de préparation au lac Alaotra sur *baiboho*, puis *tanety* et enfin sur rizière (Fabre, 2011 ; Belchi, 2011 ; Paresys, 2011 ; Njomaha et al. 2011, Annexe XVI).

D'autre part, à l'échelle des systèmes de culture au lac Alaotra, les temps de travaux sont plus importants pour les systèmes à base de stylosanthès et de brachiaria que pour les jachères traditionnelles. Soit ces systèmes reviennent moins souvent, comme c'est le cas du système à base de stylosanthès (2 ans de stylosanthès en SCV sur 5 contre 3 ans de jachère en traditionnel), soit ces systèmes sont valorisés pour la vente de semences ou pour le fourrage, auquel cas ils nécessitent aussi un temps de travail supplémentaire (Fabre, 2011).

4.1.2.3 Un investissement financier difficile à assumer pour certaines exploitations

Les systèmes SCV nécessitent un besoin en intrants parfois coûteux plus important au début et peut donc être une contrainte à l'adoption des SCV (Giller et al. 2011). Le manque de moyens financiers de départ peut donc être un frein à la pratique des SCV comme c'est le cas au lac Alaotra où les petites exploitations possédant une part importante de cultures pluviales sont intéressées par les SCV mais ont une trésorerie trop faible pour supporter les charges liées à l'installation de ces systèmes dans le cas où l'on maintient les doses recommandées d'engrais et de pesticides (Poletti, 2011). D'autre part, les exploitations ayant les capacités d'investissement financier suffisantes (possédant d'importantes surfaces en RI dégageant d'importants revenus) sont celles qui ont moins d'intérêts à développer des SCV sur *tanety*.

Cette contrainte peut cependant être levée par un accès au crédit ou avec les systèmes à bas niveau d'intrant (voire 4.1.1.4). Cependant, le remboursement du crédit se faisant sur un pas de temps court (crédits de campagne) et cette innovation technique n'apportant pas rapidement un gain économique supérieure au conventionnel, le crédit peut s'avérer un piège sauf s'il est adossé à une culture de vente type coton au Cameroun, ou à un mécanisme de subvention type taxe à l'exportation du maïs au Laos.

Un non investissement dans les SCV n'est pas nécessairement lié à un manque financier mais peut venir d'un choix personnel de l'exploitant. Dans la province de Xieng Khouang par exemple, les paysans n'investissent pas financièrement dans l'exploitation car le système de production extensif fonctionne encore très bien. Même si l'exploitant possède un capital lui permettant de débiter en SCV, il préférera plutôt investir pour sa famille (habitat, santé, scolarisation...). En revanche, il acceptera les crédits du projet pour débiter en SCV car ils représentent une aubaine (leurs taux sont bien inférieurs aux autres systèmes de crédit).

Les exploitations agricoles familiales avec peu de capital ont également besoin d'un retour sur investissement immédiat et la mise en place d'une stratégie d'amélioration des sols et de la production sur le long terme reste difficile. Comme le soulignent Giller et al. (2009) : "Farmers in sub-Saharan Africa often attribute a substantially higher value to immediate costs and benefits that those incurred or realized in the future due to the constraints of production and food security that they faced". De plus, les SCV demandent une période de transition : les premières années, les performances sont moyennes sauf s'ils lèvent un facteur limitant important (comme le manque d'eau au nord du bassin cotonnier). Le fait que les SCV aient un impact qui se ressent économiquement dans la plupart des cas sur le moyen terme est donc un frein au développement des SCV chez ces exploitants ayant peu de possibilités d'investissement et cherchant avant tout à assurer une production la plus importante possible à court terme pour satisfaire les besoins familiaux.

4.1.2.4 L'intégration SCV et élevage

Tableau 11 : Comparaison des liens entre SCV et élevage

	Lac Alaotra	Zone cotonnière du Cameroun
SCV et élevage bovin	Plus de SCV chez les exploitations sans bovins.	
	Prélèvement de biomasse fourragère possible si raisonnée (brachiaria, vesce, stylosanthès).	SCI fourrager (brachiaria, pois d'Angole, sorgho+brachiaria).
SCV et autre type d'élevage	Absence de filière organisée mais présence importante de monogastriques (porc, volaille) valorisant le surplus de maïs.	Absence de filière organisée. Petit élevage marginal sans affouragement.

Les SCV semblent être une alternative particulièrement intéressante et adaptée aux exploitations sans bovins. En effet, ces exploitations ne possèdent pas d'attelage pour labourer et doivent trouver une alternative à la fumure animale pour gérer la fertilité du sol. L'agriculteur n'ayant pas besoin de fourrages, celui-ci peut donc laisser toute la production de biomasse au sol (plante de couverture et résidus de culture) en espérant qu'elle échappe à la vaine pâture. Cette situation est confirmée au Cameroun et au lac Alaotra où la majorité des agriculteurs pratiquant les SCV ne possèdent pas de bovins, outre les animaux de trait (Tab. 11).

Cependant, la possible intégration entre SCV et élevage bovin, techniquement possible et économiquement intéressante, est entrain de devenir un argument favorable à une plus importante diffusion des SCV chez les agro-éleveurs. Knowler et al. (2007) soulèvent d'ailleurs l'importance du cheptel comme facteur favorisant l'adoption des SCV. Les SCV pourraient en effet être davantage présents chez des agro-éleveurs dans la mesure où il est possible de prélever une partie de la biomasse de la plante de couverture pour l'affouragement du bétail (il est tout de même conseillé de laisser au moins 5 t MS/ha au sol avant le semis direct). L'exportation de fourrages issus de plantes de couverture s'observe et se développe en effet dans certaines exploitations laitières ou d'élevage bovin viande au lac Alaotra à partir des systèmes à base de brachiaria et stylosanthès (Saint-André et al. 2010). Certains agro-éleveurs malgaches ont mis en place des systèmes SCV à base de fourrages dans un objectif double de prélèvements fourragers et d'amélioration des cultures principales vivrières (Andriarimalala, 2011). La priorité de ces paysans est néanmoins donnée à l'amélioration de la fertilité des sols. Les intensités de prélèvement de biomasse SCV restent en effet relativement faibles : 10% de la biomasse produite en moyenne pour la vesce, 22% pour le stylosanthès et 42% pour le brachiaria (Andriarimalala et al. 2012). Selon Andriarimalala et al. (2012), l'intégration SCV-élevage a pour avantage :

- une économie de temps : le paysan n'a plus à récolter des herbes naturelles, les parcelles où il y a prélèvement de biomasse sont situées près des habitations ;
- un gain économique (en équivalent concentré) variant de 5 à 600€/an par exploitation étudiée mais cela intéresse encore peu de paysans puisqu'ils n'ont pas l'habitude d'acheter des concentrés et des fourrages excepté pour les producteurs laitiers ;
- un impact économique rapide dû à l'amélioration des performances laitières dès le début de l'affouragement amélioré. En effet, les bovins laitiers ont besoin de fourrages de qualité et réguliers en fonction de la période de lactation et grâce aux SCV la période d'affouragement est élargie, voire continue (Heislen, 2010) ;
- une disponibilité fourragère en période de déficit (cas de la vesce produisant du fourrage en saison sèche sur *baiboho*) ;
- une diversification et une amélioration qualitative de la ration des bovins. L'utilisation de biomasse fourragère permet en effet de couvrir entre 25 et 50% des besoins d'entretien des bovins, en particulier avec les légumineuses qui ont une haute valeur nutritive et nécessitent donc une faible intensité de prélèvement ;
- une diminution de la charge de travail des animaux de trait du fait de la réduction des surfaces labourées. Les animaux sont donc en meilleure condition (carrière plus longue, meilleur gabarit et donc prix de vente à la réforme plus avantageux).

Cependant, au lac Alaotra, la filière laitière reste marginale ce qui est dommage car il y a une synergie SCV et élevage remarquable dans les exploitations avec un début d'intensification de l'élevage bovin : le fait de valoriser les plantes de couverture des systèmes SCV en fourrage permet une meilleure insertion de ces systèmes multi-usages dans les systèmes de production.

Néanmoins, cette stratégie mixte et intentionnelle d'utilisation de la biomasse issue des SCV (fourrage et couverture du sol) n'est pas adaptée à toutes les situations. Par exemple au

Cameroun, deux stratégies différentes en lien avec l'élevage ont été adoptées et appuyées par le projet de diffusion des SCV dans le cas des terroirs tests :

- L'innovation paysanne sorgho+brachiaria spécifique a ce jour aux agro-éleveurs de Sirlawé. Ceux-ci ont opté pour une quasi monoculture en associant sorgho et brachiaria dans les champs de case afin de produire la céréale pour l'alimentation familiale (grain) et du fourrage (pailles de sorgho et de brachiaria) en plus grande quantité et de meilleur qualité pour les bovins de l'exploitation (Paresys, 2011; Belchi, 2011 ; Dugué et al., 2012b). Il s'agit d'un SCI fourrager car la quasi-totalité de la biomasse fourragère est consommée par le bétail et la parcelle peut être labourée ou non. L'entretien de la fertilité du sol est assuré par l'apport de fumure animale ;
- L'introduction de cultures fourragères en blocs (pois d'Angole et brachiaria) dans les terroirs tests plus au sud et soutenue par le projet (blocs fourragers, dons de semences, conseils) (Retif et al. 2010).

La vulgarisation des SCV par le biais des projets a amené les agriculteurs à découvrir des plantes de couverture dont la plupart sont fourragères (vesce, brachiaria ou encore stylosanthès). Cette diffusion des cultures fourragères est donc une innovation qui découle de la diffusion des SCV : il peut s'agir de SCV avec prélèvement fourrager ou de SCI fourrager. Dans ce cas, l'objectif est la production de biomasse pour le bétail et le labour peut être pratiqué avant semis. Par exemple, le brachiaria, initialement retenue par le projet ESA et la Sodecoton comme plante de couverture principale (53% des cultures associées de 2009 comportaient du brachiaria (Dugué et al. 2012b)), est devenue dans certaines situations la plante fourragère principale cultivée ou non en association pour répondre aux besoins fourragers des agriculteurs. On peut également observer au sud de la zone cotonnière quelques exploitations ne possédant pas de bovins cultivant du brachiaria en SCV afin de revendre en saison sèche une partie de la production fourragère aux exploitations ayant des bovins ou bien pour l'échanger contre la location d'un attelage. Un début de commerce de foin de brachiaria en bottes se met également en place ainsi que des contrats entre agriculteurs cultivant du brachiaria en pur et éleveurs faisant paître leurs animaux sur ces parcelles dans la région de Tapi (une forme de vente sur pied du fourrage) (Dugué et al. 2012b). Ces pratiques innovantes ne sont pas encore généralisées même dans les terroirs tests (sauf dans le cas du SCI sorgho+brachiaria en pays Tupuri) mais elles présagent peut être une future révolution fourragère par le passage de la vaine pâture à des cultures fourragères spécifiques.

Certains freins limitent encore cette intégration entre SCV et élevage. En effet, les techniciens manquent de référence pour conseiller les paysans sur la quantité optimale de biomasse qu'ils peuvent exporter raisonnablement sans compromettre le bon fonctionnement des SCV. Ainsi, certains techniciens conseillent par prudence de ne pas du tout exporter de biomasse : cela favorise les effets positifs des SCV mais ne permet pas un avantage immédiat d'utilisation de cette biomasse pour les agro-éleveurs. De plus, l'absence de filière élevage rémunératrice et organisée qui justifierait l'intensification des systèmes d'élevage qu'ils soient laitiers, à viande ou mixte limite la diffusion des SCV chez les éleveurs et agro-éleveurs, en particulier au lac Alaotra.

L'intégration des SCV avec d'autres productions animales que l'élevage bovin pourrait être une piste pour améliorer les débouchés des cultures SCV et donc leur diffusion. A Sayabouri par exemple se développe l'utilisation des grains de pois d'Angole (dans le cadre d'un SCV maïs+pois d'Angole) comme source de protéines pour les porcs (cela réduit l'importation de concentrés de Thaïlande et donc les coûts de production) (Jullien et al. 2008b).

4.2 Approche systémique de l'adoption des SCV : cas des terrains lac Alaotra et zone cotonnière camerounaise

Cette seconde partie des résultats présente pour deux cas d'étude, l'ensemble des facteurs déterminant l'adoption de l'innovation SCV et les relations (synergiques ou antagonistes) éventuelles entre ces facteurs. L'accent est mis sur les facteurs les plus importants à la fois en termes d'adoption et de non adoption de l'innovation.

4.2.1 Le lac Alaotra : des SCV pour des exploitations avec peu de rizières irriguées et devant impérativement cultiver sur *tanety*

Certaines exploitations semblent plus aptes que d'autres à adopter la technique du SCV : la diffusion des SCV doit donc être orientée prioritairement vers celles-ci. Les exploitations les plus intéressées par les SCV possèdent une importante part de leur parcellaire en cultures pluviales (*tanety* et *baiboho*) et une faible part de rizières. Le principal ensemble de déterminants à l'adoption des SCV est donc constitué par la disponibilité en terre sur *tanety* et les caractéristiques agro-pédologiques de ces terres (faible fertilité, pentes, besoin de jachère en culture conventionnelle) (Fig. 9). Les exploitations qui ne peuvent pas se développer par la riziculture irriguée (faute de surface importante) sont motivées pour cultiver au mieux les *tanety*. C'est bien le niveau de performance obtenu par les SCV dans ce type de sol, a priori peu favorable aux cultures pluviales, qui va amener ces exploitations avec peu de rizières à étendre encore plus leur surface en SCV quitte à louer ou acheter des parcelles sur ce segment de la toposéquence. En revanche, lorsque les RI occupent une surface prépondérante de l'exploitation, l'enjeu de cultiver durablement les parcelles exondées n'est pas central. Une autre stratégie d'adoption des SCV apparaît dans un nombre réduit d'exploitations où l'intensification des systèmes d'élevage a été initiée. Les SCV sont aussi pratiqués sur *tanety* mais surtout sur les parcelles proches des exploitations et sur *baiboho*. Dans ces conditions agro-pédologiques relativement favorables (fumure organique des champs proches des habitations, bonne fertilité des *baiboho*) il est possible de prélever une partie de la biomasse de la plante de couverture des SCV pour affourager le bétail. Cette combinaison "SCV x intensification de l'élevage" constitue un élément favorisant l'adoption des SCV dans le cas de petits effectifs de bovins à alimenter à l'auge. Si les filières d'élevage (lait, viande d'animaux engraisés) se développent il est probable que les producteurs privilégient les cultures fourragères pures au détriment des SCV multi-usages.

Les exploitations petites à moyennes avec peu de facteurs de productions (non mécanisées, sans bovins) ont plus d'avantages à investir dans les SCV surtout sur *tanety* : augmentation des surfaces cultivables par l'arrêt des jachères, alternative au labour, entretien du statut organique du sol grâce aux plantes de couverture pour pallier à l'absence de fumure animale. D'autre part, les SCV s'inscrivant dans une stratégie à moyen ou long terme (rotations sur minimum 2 ans, effets sur la fertilité après plusieurs années...) ils ne peuvent être appliqués qu'en situation de sécurité foncière, c'est-à-dire lorsque l'exploitant est propriétaire foncier. Cette sécurité foncière est indépendante de l'importance des facteurs de production de l'exploitation et de son capital et s'explique par son histoire.

D'autres caractéristiques du contexte foncier et environnemental au lac semblent également favorables à la diffusion des SCV (Fig. 9) : peu de problèmes d'insécurité foncière depuis la possibilité d'obtenir localement des titres fonciers, faible pression du bétail sur les résidus de culture (contrôle de la vaine pâture), terres de *baiboho* (fertiles et bonne disponibilité en eau) répondant bien aux SCV, variabilité pluviométrique rendant intéressant les semis précoces et aridité du climat en saison sèche tempérée par l'altitude.

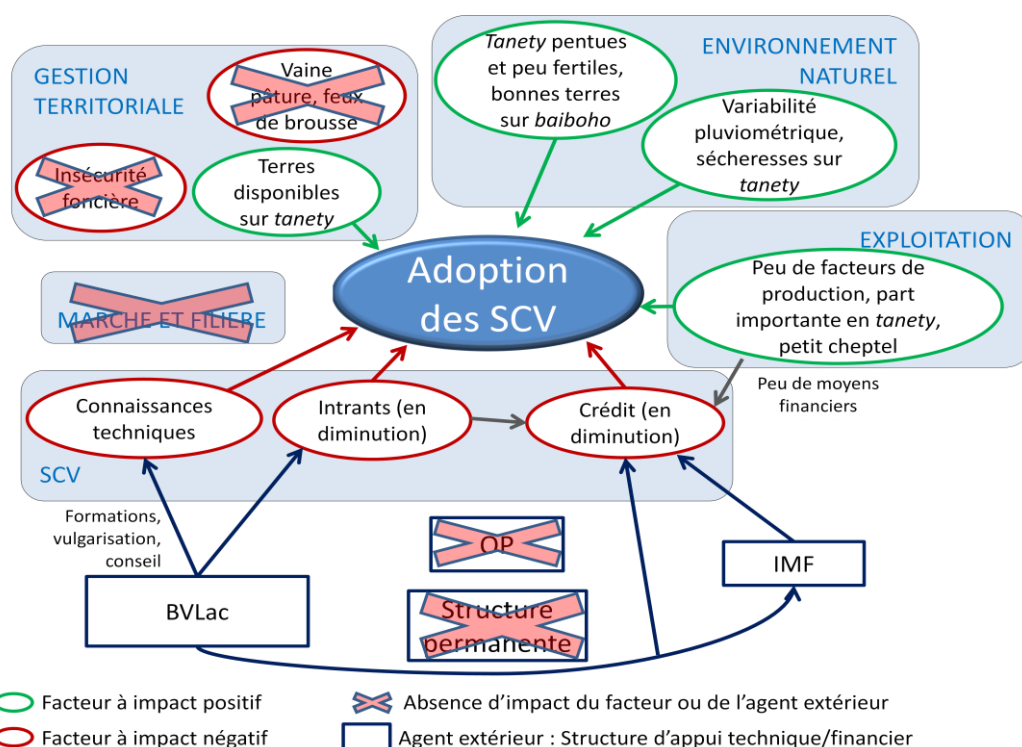


Figure 9 : Schéma des facteurs ayant un impact sur l'adoption des SCV et les structures d'appui intervenant au lac Alaotra

La principale contrainte à l'adoption des SCV est la difficulté d'acquisition des engrais et herbicides. En effet, les exploitations les plus intéressées par la pratique des SCV sont celles qui présentent de faibles moyens financiers pour investir dans les SCV et qui ont besoin d'un retour sur investissement rapide. Le prix élevé des intrants est dû entre autres à la faiblesse de la monnaie malgache et aux difficultés d'approvisionnement (faible engagement des agrofournisseurs, faibles quantités commercialisées, coût du transport). Le projet BVLac a donc permis la mise en place de crédit auprès des IMF. Cependant, le doublement du prix des engrais en 2008 couplé aux problèmes de remboursement partiel du crédit par les paysans a entraîné une diminution du recours au crédit et aux intrants. L'absence d'une filière bien organisée c'est-à-dire basée sur des relations contractuelles entre producteurs et acheteurs de la production, a empêché la mise en place de structures d'approvisionnement en intrants intégrées aux filières et dont le fonctionnement financier serait garanti par la vente de la production. A l'heure actuelle, les agrofournisseurs ne développent pas de stratégies d'accroissement de leurs ventes, les acheteurs de la production privilégient la spéculation aux relations contractuelles avec les producteurs et le système coopératif est quasi inexistant. Le manque d'organisation performante dans les filières n'est donc pas en mesure de contribuer à la diffusion des SCV. D'autre part, l'action du projet n'est que temporaire et il n'y a pas au lac de structure pérenne d'appui au développement ni d'OP ou coopérative bien structurée pouvant poursuivre la vulgarisation des SCV avec un soutien technique et financier sur le long terme, cela limite donc également la poursuite de la diffusion des SCV et peut être aussi à terme leur maintien dans les exploitations qui viennent de les adopter.

Les paysans ont donc innové en développant des SCV à bas niveau d'intrant : le recours à la fertilisation minérale a diminué, la fertilisation organique a été orientée vers des parcelles SCV sur *baiboho*, les systèmes SCV à base de légumineuses (vesce, stylosanthès, dolique,...) et permettant une gestion efficace des adventices sans recours répété aux herbicides ont été favorisés (avec le soutien du projet BVLac). On peut également noter que la fourniture de

semences des plantes de couverture constitutives des SCV ne pose plus de problèmes aux producteurs qui maîtrisent leur production.

Cette typologie des exploitations du lac Alaotra raisonnée par rapport à leur capacité à adopter les SCV est confirmée par l'étude de Fabre, 2011 (Annexe XVIII) qui fait ressortir d'une manière générale, que l'adoption des SCV semble inversement proportionnelle à la dotation en facteur de production, avec comme critères les plus discriminants la mécanisation, la capacité de fertilisation organique et l'accès aux rizières.

4.2.2 La zone cotonnière du Cameroun : une production de biomasse végétale à partager entre l'élevage et la couverture du sol

Dans cette zone cotonnière, le même type d'exploitation qu'au lac Alaotra est plus susceptible d'adopter les SCV, c'est-à-dire les exploitations petites à moyennes avec peu de facteurs de production (peu ou pas d'attelage) et des terres en propriété. Cela correspond à plus de la moitié des exploitations en zone cotonnière sachant toutefois que du fait du maintien d'une gestion du foncier par les autorités coutumières il est difficile de parler d'un droit de propriété absolu au Nord-Cameroun. Au sud du bassin cotonnier, les exploitants possédant en périphérie des villages des terres à l'abandon ou en pseudo jachère car peu fertiles verront un avantage supplémentaire à investir dans les SCV afin de retrouver la fertilité de ces terres et ainsi augmenter leur surface cultivable à proximité de leur habitation. D'autre part les SCV sont quasiment réservés aux cotonculteurs car ils sont les seuls à recevoir un soutien technique et financier de la Sodecoton et du projet ESA.

Le contexte général de baisse de fertilité des sols est un facteur important favorisant la mise en place de SCV alors que la forte insécurité foncière caractéristique du bassin cotonnier du Cameroun représente un frein majeur à leur diffusion (Annexe XIX). De plus, la Sodecoton étant une structure pérenne participant à la diffusion des SCV sa présence et ses activités représentent un atout majeur pour favoriser l'adoption des SCV dans cette région cotonnière. En effet, la Sodecoton permet de lever certaines contraintes en mettant en place des crédits intrants et un appui-conseil aux paysans. En tant qu'opérateur agroindustriel la Sodecoton œuvre pour garantir son approvisionnement en coton-graine et de ce fait, faute de réserves importantes en terres défrichables et fertiles, elle cherche à mettre en place des systèmes de culture à base de cotonnier, durables et productifs. Le coton répond bien au semis direct sur mulch. Toutefois la filière coton n'a pas mis en place des mesures incitatives pour faciliter l'adoption des SCV. De plus, le travail de vulgarisation/formation auprès des producteurs a surtout été réalisé par le personnel du projet ESA et les vulgarisateurs de la Sodecoton ont davantage été dans une posture de suivisme. De ce fait l'impact de cette filière bien organisée sur l'adoption des SCV a été moins important que prévu. D'autre part, cette vulgarisation des SCV a débuté en pleine crise cotonnière ce qui a perturbé l'adoption des SCV à base de coton car beaucoup d'agriculteurs ont abandonné le cotonnier entre 2007 et 2009.

4.2.2.1 Au nord du bassin cotonnier, un compromis nécessaire pour l'utilisation de la biomasse dans un contexte de saturation foncière

Au nord du bassin cotonnier, et plus particulièrement en pays Tupuri (Sirlawé), la saturation foncière impose la culture continue sans jachère. Les SCV diffusés sont donc adaptés à cette situation afin d'accroître la production vivrière et fourragère des agro-éleveurs sans avoir recours à la jachère. Du fait de la pression démographique les espaces pastoraux sont réduits ou très peu productifs et la production de résidus de culture assure une grande part de l'alimentation du bétail en saison sèche (7 mois/an). Si on se limite au pays Tupuri, le fait que

les paysans soient essentiellement des agro-éleveurs a permis de faire évoluer le droit de vaine pâture. Aujourd'hui, la vaine pâture concerne les champs éloignés des habitations et les espaces les plus productifs (champs de case) sont gérés de façon individuelle par le stockage des résidus ou le pâturage contrôlé en saison sèche par le bétail du propriétaire de la récolte. Néanmoins, ces agro-éleveurs ont tout de même besoin de fourrages pour leurs animaux, en particulier en saison sèche : il y a donc compétition pour l'utilisation de la biomasse entre la couverture du sol nécessaire en SCV et le pâturage ou l'affouragement des animaux. Cette compétition est très marquée dans cette zone car il y a une forte densité de bovins et la faible pluviométrie ne permet pas une production importante de biomasse pouvant assurer à la fois une bonne couverture du sol et une exportation partielle de biomasse pour les bovins comme c'est le cas dans la zone du lac Alaotra. Les exploitants de Sirlawé ont donc innové en développant l'association sorgho+brachiaria dans les champs de case, il s'agit d'un SCI fourrager (toute la biomasse est exportée principalement par le pâturage "individualisé") qui permet de nourrir à la fois la famille et les bovins de l'exploitation (Fig. 10).

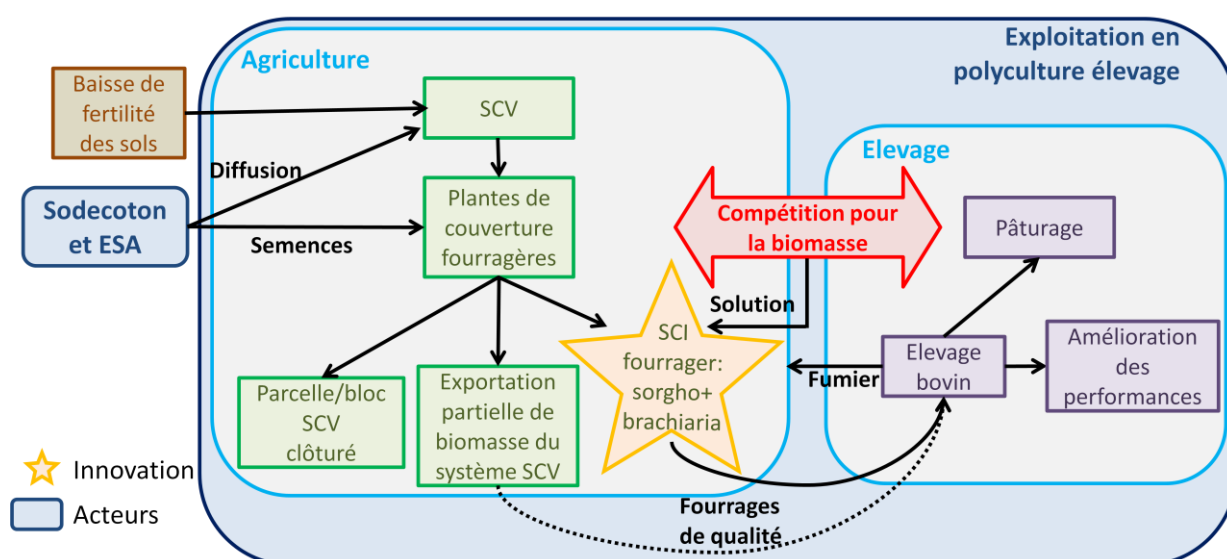


Figure 10 : SCV, innovation et interactions entre agriculture et élevage au nord de la zone cotonnière du Cameroun (en pays Tupuri)

Dans les zones moins fertiles plus éloignées des habitations, l'adoption des SCV sensu stricto a pu se faire dans des parcelles ou blocs de parcelles clôturés où le prélèvement de la biomasse pour le bétail est réduit voire quasi inexistant. La mise en œuvre de cette seconde stratégie d'adoption de système innovant implique un plus fort investissement de la part de l'agriculteur (clôture, surveillance de la parcelle en saison sèche, apport d'engrais supplémentaires, temps de travail souvent plus important qu'en conventionnel) mais en retour la fertilité de ces parcelles en SCV devrait progressivement s'améliorer.

4.2.2.2 Au sud du bassin cotonnier, le développement des blocs fourragers en réponse à la vaine pâture

Au sud du bassin cotonnier, la disponibilité des terres permet théoriquement d'intégrer des jachères et des cultures fourragères dans l'assolement. Le facteur limitant l'adoption des SCV est donc différent dans cette situation et est essentiellement lié à la pratique ancestrale de la vaine pâture et à la présence d'une forte communauté d'éleveurs associée à cette pratique (éleveurs *Peuls* transhumants). Dans cette zone, l'agriculture et l'élevage sont séparés. Les agriculteurs en SCV ont donc des difficultés à conserver une bonne couverture du sol car les résidus et la plante de couverture sont pâturés en saison sèche par le bétail des éleveurs (Fig.

11). La diffusion des semences de plantes de couverture fourragère par le projet ESA (brachiaria, pois d'Angole et stylosanthès notamment) a permis aux agriculteurs et éleveurs locaux d'innover en développant des cultures fourragères pures. Sur ces bases techniques, le projet a accompagné les agriculteurs de certains villages en relation avec des communautés d'éleveurs à organiser la gestion de l'espace et de la vaine pâture. Ainsi les blocs de cultures fourragères non loin des enclos d'élevage réduisent la pression du bétail sur les zones dédiées traditionnellement à la vaine pâture et plus particulièrement aujourd'hui aux SCV. Plus rarement, certains agriculteurs commencent à vendre du fourrage aux éleveurs ce qui réduit quelque peu la vaine pâture des troupeaux bovins et constitue une véritable innovation.

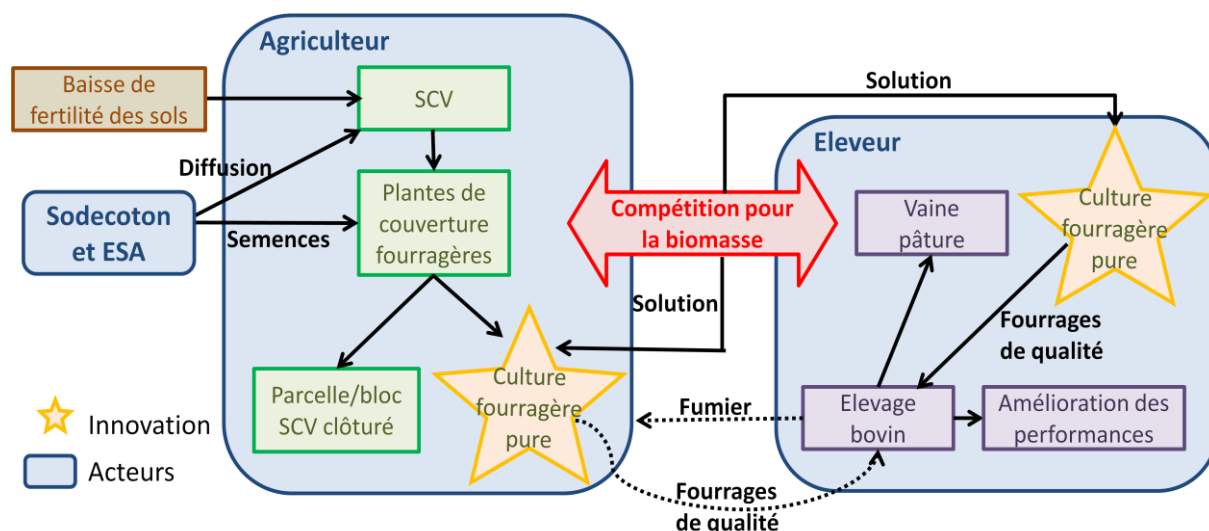


Figure 11 : SCV, innovation et interactions entre agriculteur et éleveur au sud de la zone cotonnière du Cameroun

5. Discussion

5.1 Les SCV : une innovation systémique complexe nécessitant une action collective

Les SCV constituent une innovation systémique complexe par le besoin de considérer de nombreux facteurs pour assurer leurs performances technico-économiques et par le besoin de raisonner leurs impacts sur un temps long (plusieurs cycles cultureux). Ceci explique en grande partie les difficultés de leur adoption par les paysans. En effet cette innovation, en plus de sa complexité technique, ne se résonne pas seulement à l'échelle de la parcelle mais également à l'échelle de l'exploitation (interaction entre SCV et élevage) et même du territoire (usage des ressources communes). Dans cette question d'adoption des SCV il y a donc un besoin d'action collective qui se retrouve sous différentes formes en fonction des contextes.

Au lac Alaotra, on retrouve cette notion d'action collective au niveau des OP et de leurs fédérations. Celles-ci ont pour rôle de sécuriser et faciliter l'approvisionnement en intrants et d'accroître les prix de vente grâce à un système de commercialisation groupé de type coopératif. En effet, une coopérative bien gérée et avec une quantité de production assez régulière en volume constitue une garantie pour le banquier et sécurise donc l'accès au crédit et l'approvisionnement en intrant. Cependant, cette commercialisation groupée fonctionne encore mal au lac Alaotra. De plus, ces améliorations ou services ne sont pas spécifiques à l'adoption des SCV et peuvent s'appliquer à d'autres voies d'amélioration des systèmes de production. Cependant, dans la mesure où les SCV impliquent souvent un accroissement des

consommations intermédiaires (au moins en phase de démarrage), l'amélioration des relations avec l'amont et l'aval des systèmes de production est importante voire cruciale pour faciliter l'adoption des SCV.

Les deux terrains camerounais montrent le besoin de mettre en cohérence la gestion individuelle des systèmes de culture par les agriculteurs et l'action collective de gestion de l'espace et des ressources. Le développement des SCV implique de raisonner à ces deux échelles et passe par un zonage du territoire afin d'une part de définir des espaces dédiés aux SCV où la vaine pâture est réduite et si possible exclue (blocs SCV) et d'autre part, de produire dans d'autres lieux des fourrages permettant de compenser la réduction de la surface en vaine pâture (blocs fourragers) (Dongmo et al. 2012). Cette gestion collective est très complexe car les acteurs ne sont pas toujours d'accord entre eux. Par exemple, les éleveurs au sud de la zone se sentent perdants car ils voient avec les SCV un grand risque de perdre des ressources fourragères qu'ils avaient l'habitude d'obtenir gratuitement par vaine pâture. La cohésion sociale a donc un rôle important pour la gestion collective des ressources et espaces communs. En pays Tupuri les règles relatives à la vaine pâture ont pu évoluer plus facilement grâce à une bonne cohésion sociale, tous les producteurs sont plus ou moins agro-éleveurs (avec un effectif de bovins variable selon l'histoire de l'exploitation). Ainsi l'adoption des SCV sensu stricto dans les régions de polyculture élevage ne pourra se faire sans travailler concomitamment à la modification des systèmes fourragers et donc des systèmes de conduite d'élevage.

5.2 Une adaptation de l'innovation plutôt qu'une adoption

La diversité des situations et des contextes rend difficile l'adoption du paquet technique SCV développé par la recherche et diffusé par les promoteurs. En effet, chaque pays, région et même village possède ses propres opportunités et contraintes ce qui nécessite de faire évoluer les pratiques de conseil (l'accompagnement des agriculteurs plutôt que la prescription de technologies) et de reconnaître les capacités d'adaptation des producteurs. Ce constat n'est cependant pas spécifique aux SCV.

Comme nous l'avons vu précédemment, l'innovation est une appropriation d'un changement dans les pratiques ou l'organisation d'un individu. Pour s'approprier cette innovation, les paysans peuvent donc modifier le paquet technique SCV pour l'adapter au contexte et à leurs objectifs. Le métissage des nouvelles techniques basées sur des connaissances scientifiques avec les connaissances endogènes des agriculteurs, leurs moyens et objectifs a débouché dans certains cas sur l'adoption de SCV et dans d'autres sur l'adaptation ou la modification des systèmes proposés ce que l'on a qualifié de SCI. Les paysans peuvent trouver dans le paquet technique complet SCV des éléments techniques permettant d'atteindre certains de leurs objectifs en respectant les stratégies qu'ils déploient : ils n'adoptent donc que certains éléments (rotations, cultures fourragères pour répondre au besoin en fourrage des éleveurs ou agro-éleveurs...). La technique SCV dans son ensemble reste difficile à maîtriser mais les éléments partiels de la technique « percolent » cependant très bien dans les systèmes conventionnels qui évoluent alors en SCI (Poletti, 2011). On retrouve un continuum de systèmes techniques entre SCV, SCI et conventionnel (Fabre, 2011).

Les paysans modifient également les itinéraires techniques et les rotations proposés pour les adapter à leur logique de production (Fabre, 2011). On retrouve par exemple des labours ponctuels lorsque la pression des adventices est trop forte. Au lac Alaotra, les paysans ont également su s'adapter à la hausse du prix des engrais en développant des SCV à bas niveau d'intrants. La question reste de savoir dans quelles conditions les performances de ce système sont acceptables pour les paysans, c'est-à-dire lorsque l'investissement est rentabilisé à

l'échelle de la campagne agricole : le système doit en effet rapporter au moins autant qu'en système conventionnel l'année même de l'investissement¹⁰, en espérant par ailleurs qu'il y aura une amélioration du taux de retour sur investissement les années suivantes du fait des processus d'accumulation (plus de matière organique dans le sol, moins d'érosion, ...).

D'autre part, les méthodes d'évaluation de l'adoption d'une innovation restent centrées sur l'innovation en elle-même. Il serait plus intéressant de réaliser une évaluation de l'ensemble des changements de pratiques induit par l'action des projets : à la fois l'innovation proposée mais également les adaptations et transformations ainsi que leurs impacts. Il apparaît donc essentiel de ne pas se limiter à dresser un constat de non adoption du paquet technique initialement proposé mais de s'intéresser à ces innovations « paysannes » et adaptations qui seront plus facilement pérennisées. L'important n'étant pas d'avoir le plus de surfaces possible en SCV mais d'accroître la production tout en préservant les ressources et en augmentant l'autonomie et la capacité de résilience des exploitations. Par exemple, le SCI de sorgho+brachiaria sur les sols les plus fertiles de Sirlawé peut paraître une bonne stratégie mais les effets de cette association répétée sur plusieurs années et sur une même parcelle n'ont jamais été mesurés. De même pour une meilleure intégration SCV-élevage, il faudrait accompagner les paysans et disposer de références précises en ce qui concerne les quantités de biomasse exportables et les rations équilibrées.

Il serait également intéressant d'étudier les performances des SCV non seulement à l'optimal technique mais aussi sous certaines contraintes difficilement contournables (par exemple, lorsque le mulch n'est pas assez épais à cause d'une pluviométrie limitante, d'une faible fertilité initiale...). Ainsi il serait possible de définir les seuils à partir desquels les systèmes restent performants et acceptables pour les agriculteurs. Ceci implique de s'accorder avec les agriculteurs sur les indicateurs de performance (marge/ha, régularité du rendement, taux de matière organique...).

5.3 Le paradoxe de l'adoption des SCV

L'adoption des SCV est facilitée lorsqu'il y a combinaison entre un réel besoin identifié par le paysan et des conditions de milieu acceptables pour la pratique des SCV. Ces conditions correspondent à de bonnes conditions climatiques et agropédologiques, comme par exemple une pluviométrie suffisante pour avoir ensuite un mulch assez couvrant, une teneur en éléments nutritifs suffisante pour le bon développement des associations de cultures sans compétition entre elles et pour avoir beaucoup de biomasse... Or, il y a un paradoxe car nous avons vu précédemment que des conditions de production difficiles (stress hydrique, aléas climatiques, érosion, sol dégradé, faible fertilité) poussent les agriculteurs à réagir afin d'assurer la sécurité alimentaire de leurs familles car ils ne disposent pas d'alternatives en termes de revenu agricole. En effet, les SCV représentent une solution face à ces conditions de culture contraignantes et peuvent lever efficacement certaines contraintes. Il apparaît donc essentiel mais difficile de trouver un équilibre sachant que dans ce paradoxe se combinent des facteurs socio-économiques (les raisons des paysans pour adopter les SCV) et biophysiques (les conditions pour une pratique optimale des SCV). Ce point est important car cela induit une caractérisation des milieux favorables à la pratique des SCV différente pour les agronomes et les paysans. En effet, le point de vue de l'agronome sera que les SCV ont plus de chance de bien fonctionner avec une pluviométrie de 1200 mm et sur des sols productifs

¹⁰ On constate en effet que, globalement, la pratique des SCV ou SCI est d'avantage motivée par les gains immédiats qu'ils procurent (fourrage pour les animaux, revenus de la vente de semences des plantes de service, facilité d'obtention des intrants par les projets) que par le désir de réhabiliter la fertilité des sols, souhaité au départ par les bailleurs de fonds (Njomaha et al. 2010).

alors qu'au contraire, le paysan estimera plus propice de pratiquer des SCV avec une pluviométrie de 800 mm qu'il juge limitante et sur des sols dégradés.

Cette vision des paysans se traduit en partie par le modèle de la courbe en U (Barbier et al. 2002, Annexe XVII). Ce modèle de simulation permet de comparer l'impact de la croissance démographique sur la gestion des ressources naturelles et la productivité d'un système agraire des zones de savanes africaines. Le modèle montre comment une population en croissance consomme de plus en plus de ressources jusqu'à un certain seuil en dessous duquel la productivité de ces ressources est affectée. La population réagit alors en investissant dans des techniques de régénération des ressources (utilisation intensive de la fumure animale, contrôle du ruissellement). Cela rejoint la thèse de Boserup (1970), qui considère que dans les pays non industrialisés l'augmentation de la population rurale est un facteur favorable à l'innovation et plus particulièrement à une intensification agricole s'accompagnant d'une gestion durable des ressources. Le passage d'une logique malthusienne¹¹, caractérisée par une exploitation minière des ressources naturelles et une dégradation de l'environnement, à une logique boserupienne est qualifié de transition agraire par Jouve (2004) et nécessite des innovations techniques et organisationnelles. Cette faculté de réaction, que manifestent certaines sociétés rurales face à la dégradation de leur environnement, s'apparente au phénomène de résilience. Les SCV pourraient donc constituer une des techniques de régénération du capital sol dans lesquels les paysans investissent lorsque la situation est vraiment critique. Face à ce problème de dégradation de sol les paysans peuvent également privilégier d'autres solutions qu'ils jugent plus opérationnelles ou performantes que les SCV comme cela a été montré au Vietnam avec les cultures en terrasse (Affholder et al., 2009).

Le fait que les agriculteurs n'anticipent pas la dégradation de la fertilité du sol par des mesures préventives dont les SCV pourraient faire partie peut s'expliquer par la difficulté d'appréhender l'ensemble des facteurs qui agissent sur cette dégradation (vitesse de dégradation des sols, importance de l'érosion, des surfaces en terres défrichables, possibilité de s'installer ailleurs...). Généralement les paysans privilégient les stratégies à court terme qui permettent une meilleure rémunération de la journée de travail en adoptant des systèmes extensifs avec peu d'intrants et si possible basés sur la jachère. Dans ces conditions le passage aux SCV avec intrants, culture continue, exploitations optimales de l'eau et de la lumière par des associations (etc.) constitue un changement radical.

De plus, il existe un antagonisme entre intensification et risque économique, c'est-à-dire lorsque les conditions de rémunération du travail et les investissements des agriculteurs sont incertains et insuffisamment assurés (absence de subvention, de label ou de cahier des charges valorisant la production en SCV). À l'inverse, quand ceux-ci peuvent bénéficier de prix et de débouchés garantis comme ce fut le cas pour la production cotonnière, ils sont capables d'intensifier leur système de production avec une efficacité assez comparable à celle des agriculteurs européens lorsque la PAC leur assurait des prix et débouchés garantis (Jouve, 2004). Ainsi, la question est de savoir comment amener les paysans à anticiper la dégradation de leurs ressources naturelles ? D'autant plus que les paysans du Sud déploient une stratégie à court ou moyen terme pour répondre aux besoins de leur famille. Le passage à une stratégie à long terme intégrant une gestion raisonnée de la fertilité du sol et nécessitant des investissements et aménagements (clôture, intrants, plante de couverture) semble donc difficile sans subventions ou sans une meilleure valorisation des produits issus des cultures en SCV.

¹¹ Selon la description malthusienne des évolutions agraires la croissance démographique est plus rapide que la croissance de la production, ce qui induit une dégradation des ressources naturelles et des déficits alimentaires plus ou moins graves.

5.4 Les débats autour des SCV

Au sein même de la recherche on assiste à des débats sur les impacts des SCV qui ne sont pas toujours démontrés. Les SCV reposant sur 3 principes, il est difficile de discerner la cause des effets observés. L'aspect holistique de cette innovation rend difficile de savoir si les bénéfices sont liés à l'absence de travail du sol, à la couverture du sol ou à la rotation/association puisque les trois facteurs interagissent.

D'autre part, les SCV sont très controversés, notamment sur leurs impacts écologiques. En effet, le besoin accru en intrants (notamment en herbicides et insecticides) pour obtenir de bons résultats en SCV (en particulier au début) ne rend pas cette innovation réellement « agroécologique ». Bien que les doses en engrais et produits phytosanitaires appliquées dans les terrains étudiés restent faibles comparées à celles appliquées par exemple en France, l'application de produits ayant des impacts néfastes sur l'environnement et sur la santé (traitement des semences au Gaucho, glyphosate et paraquat) est en contradiction avec l'engouement des bailleurs de fond pour l'« agroécologie »¹². C'est également pour cette raison qu'il serait intéressant d'étudier plus en détail les effets des SCV à bas niveau d'intrants (sur la production mais surtout sur le cycle et le bilan des minéraux et du carbone) que l'on retrouve au lac Alaotra.

5.5 Discussion sur la méthode

Le processus d'adoption des SCV est lié à de nombreux facteurs dont certains n'ont pas été pris en compte car ils n'ont pas été étudiés dans le cadre du projet PAMPA. Il faudrait donc enrichir ce modèle avec les futurs travaux sur ces terrains, notamment avec des études orientées vers les motivations des exploitants, les connaissances dont ils disposent et leur vision des SCV et de la dégradation des ressources naturelles.

De plus, pour valider ce modèle explicatif, il faudrait l'appliquer à un autre terrain où les SCV ont été diffusés. Cela permettrait de savoir si ce modèle explicatif de l'adoption des SCV en agriculture familiale peut être générique et s'appliquer dans d'autres pays aux contextes différents (agriculture motorisée et mécanisée, climat tempéré).

Ce modèle pourra par la suite être utilisé en évaluation ex post pour comparer des situations où la diffusion des SCV a eu lieu afin d'expliquer les taux d'adoption. Il pourra également être intégré dans une évaluation ex ante pour savoir si les SCV constituent une famille de systèmes de culture appropriée pour la situation des exploitations que l'on cherche à améliorer. Cette évaluation ex ante d'innovation vient en complément des démarches habituelles de diagnostic du fonctionnement des systèmes de production et de diagnostic agronomique. Si ces démarches sont mises en œuvre avec les agriculteurs et les acteurs des filières, elles contribuent à la conception de systèmes innovants en orientant les choix techniques raisonnés à l'échelle de l'exploitation (système avec production fourragère ou non, cultures indispensables, niveau d'investissement en intrant et en travail possible...) (Le Gal et al., 2011).

¹² Par exemple, les recherches sur l'impact du glyphosate et de ses produits de dégradation sur l'environnement se poursuivent. Elles se complexifient dans le cas des SCV par d'une part l'accroissement possible des quantités de glyphosate apportées à l'échelle de la rotation et d'autre part l'effet de la micro et macrofaune et de la teneur en matière organique du sol sur la vitesse de dégradation de cette matière active.

6. Conclusion

Les faibles taux d'adoption des SCV au lac Alaotra, dans la zone cotonnière du Cameroun et dans les provinces de Xieng Khouang et Sayabouri au Laos s'expliquent par de nombreux facteurs qui interagissent entre eux. De plus, les situations et les contextes sont très différents d'un terrain à l'autre et l'analyse de l'adoption implique une prise en compte de cette spécificité et donc une bonne connaissance de ces terrains.

Dans le bassin cotonnier du Cameroun, la présence de la Sodecoton, structure pérenne contribuant à la diffusion des systèmes SCV à base de coton, est un des atouts majeur de cette zone. La principale contrainte à la pratique des SCV est la difficulté à conserver un mulch de qualité en saison sèche. En effet, le climat ne permet pas une importante production de biomasse (en particulier au nord) et la saison sèche est la période où sévissent la vaine pâture et les feux de brousse. L'élevage étant important dans cette région, il est primordial de le prendre en compte notamment en ce qui concerne la compétition pour l'utilisation de la biomasse entre couverture du sol et fourrage. Cette compétition pourra être limitée par une gestion collective des ressources et des espaces communs et une appropriation individuelle des ressources dans les espaces dédiés aux SCV.

Au lac Alaotra, en revanche l'absence de structure pérenne ou d'OP bien structurée et réellement fonctionnelle représente un frein à l'adoption des SCV. En effet, les paysans sont fortement dépendants des projets de développement temporaires et des fonds internationaux (très peu de SCV se développent de façon spontanée hors projet). Ce manque de structuration et de changement des pratiques sont dommageables car le contexte naturel (mise en culture des *tanety* permettant de lutter contre l'érosion, qualité des sols des *baiboho*...) et territorial (terres disponibles sur *tanety*, peu de problèmes de vaine pâture et de feux de brousse) est pourtant favorable à la diffusion des SCV.

D'autre part, cette étude montre qu'au-delà de l'adoption des SCV sensu stricto, il est essentiel de s'intéresser également aux adaptations et aux innovations paysannes qui seront plus facilement pérennisées. Il serait donc intéressant que la recherche et les projets de développement étudient les impacts de ces innovations (SCV à bas niveau d'intrants, SCI fourragers, labours ponctuels...) afin de les améliorer et ainsi pouvoir adapter le conseil aux réelles pratiques des paysans.

Par ailleurs, les SCV sont sources de débats sur leurs réels effets et sur leur aspect « agroécologique ». Ils représentent également un paradoxe : les facteurs agropédologiques et climatiques favorables à leur fonctionnement agronomique sont opposés aux facteurs favorisant l'adoption des agriculteurs (limiter les effets des sécheresses, réhabiliter des terres dégradées). Un équilibre est donc à trouver. Celui-ci pourrait passer par un soutien financier aux paysans afin qu'ils anticipent la dégradation de leurs ressources naturelles en développant une stratégie à long terme de gestion intégrée des ressources naturelles.

Pour le moment, le modèle expliquant l'adoption des SCV en agriculture familiale ne peut pas être générique et s'appliquer à différents contextes. Pour cela, il faudra le compléter et le valider par d'autres études. Ce modèle représente cependant un bon point de départ pour comprendre le processus d'adoption des SCV en agriculture familiale qui prend en compte de nombreux facteurs à la fois d'ordre agronomique, économique et social. Il pourra par la suite servir pour des évaluations de diffusion des SCV ou pour des projets souhaitant les développer dans un nouveau contexte régional.

Enfin, il serait intéressant de réaliser le même type de grille d'analyse des processus d'adoption pour une autre innovation complexe (agroforesterie, agriculture biologique...) afin de déterminer si les processus d'adoption de différentes innovations montrent des similitudes.

Bibliographie

- Affholder F., Jourdain D., Dinh Quang D., Phuc Tuong T., Morize M., Ricome A. (2009). Constraints to farmers' adoption of direct-seeding mulch-based cropping systems : A farm scale modeling approach applied to the mountainous slopes of Vietnam. *Agricultural Systems*, 103, pp. 51-62.
- Altieri M. A. (1989). Agroecology: A new research and development paradigm for world agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 27, pp. 37-46.
- Andriarimalala H. J. (2011). Evaluation socio-économique de l'intégration entre systèmes de semis direct sous-couverture végétale et élevage au niveau des exploitations paysannes. Cas de la région du lac Alaotra. Mémoire d'ingénieur agronome, Université d'Antananarivo Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Antananarivo, 29 p.
- Andriarimalala H. J., Rakotozandriny J. N., Andriamandroso A. L. H., Penot E., Naudin K., Dugué P., Tillard E., Decruyenaere V., Salgado P. (2012). Impact économique des flux de biomasse entre l'agriculture de conservation et l'élevage bovin dans les exploitations d'agri-élevage du Lac Alaotra, Madagascar. A paraître.
- Atlaséco (2009). Ouvrage collectif, publication Médiaobs du Nouvel Observateur, Paris, 124 p.
- Baker J. L. (2000). Evaluation de l'impact des projets de développement sur la pauvreté. Manuel à l'attention des praticiens. Banque mondiale, Washington, 23 p.
- Bal P., Castellamet C., Pillot D. (2002). Facilité l'émergence et la diffusion des innovations. In : Mémento de l'agronome. CIRAD, GRET, Ministère des affaires étrangères, pp. 373-405.
- Barbier B., Weber J., Ousman H., Dury S. (2002). Simulation des relations populations-ressources naturelles : prototype de modèle pour un terroir du Nord-Cameroun. In : Eléments d'une stratégie de développement rural pour le Grand Nord du Cameroun. Hamadou O., Seignobos C., Teyssier A., Minagri-Scac, Cameroun, pp. 25-33.
- Belchi P. (2011). Evaluation des performances des systèmes de culture innovants et processus d'adoption des SCV dans les exploitations agricoles de la zone cotonnière de l'Extrême-Nord Cameroun. Cas du terroir de Sirlawé. Rapport de stage de césure, AgroParisTech, CIRAD, 146 p.
- Bernoux M., Cerri C. C., Cerri C. E. P., Siqueira Neto M., Metay A., Perrin A.S., Scopel E., Razafimbelo T., Blavet D., Piccolo M., Pavei M., Milne M. (2006). Cropping systems, carbon sequestration and erosion in Brazil, a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 26, pp. 1-8.
- Bilalis D., Sidiras N., Economou G., Vakali C. (2003). Effect of different levels of wheat straw soil surface coverage on weed flora in *Vicia faba* crops. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 189, pp. 233-241.

- Blanchart E., Bernoux M., Sarda X., Siqueira Neto M., Cerri C.C., Piccolo M., Douzet J.M., Scopel E., Feller C. (2007). Effect of direct seeding mulch-based systems on soil carbon storage and macrofauna in Central Brazil. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 72, 1, pp. 81-87.
- Boserup E. (1970). Évolution agraire et pression démographique. Flammarion, Paris, 224 p.
- Brévault T. (2007). Impact of a no-till with mulch soil management strategy on soil macrofauna communities in a cotton cropping system. *Soil and Tillage Research*, 97, 2, pp. 140-149.
- Capillon A., Jouve P. (2001). Avant propos. In : Synthèse bibliographique d'I. Dounias, Systèmes de culture à base de couverture végétale et semis direct en zones tropicales, CIRAD, CNEARC, 139 p.
- Capillon A., Ségué L. (2002). Ecosystèmes cultivés et stockage du carbone. Cas des systèmes de culture en semis direct avec couverture végétale, Comptes-rendus de l'Académie d'Agriculture Française, pp. 63-70.
- Chauveau J.-P., Yung J.-M. (1993). Débat introductif. In : Innovation et sociétés : Quelles agricultures ? Quelles innovations ? Volume II : Les diversités de l'innovation. Actes du XIV^e séminaire d'économie rurale, CTA, Ede (Pays-Bas). pp. 17-32.
- Corbeels M., Scopel E., Cardoso A., Bernoux M., Douzet J.-M., Siqueira Neto M. (2006). Soil carbon storage potential of direct seeding mulch-based cropping systems in the Cerrados of Brazil. *Global change biology*, 12, 9, pp. 1773-1787.
- Dongmo A. L., Dugué P., Vall E., Lossouarn J. (2010). Optimiser l'usage de la biomasse végétale pour l'agriculture et l'élevage au Nord-Cameroun. *Savanes africaines en développement : innover pour durer. Actes du colloque, Garoua : Cameroun (2009)*, pp. 20-23. <http://hal.cirad.fr/cirad-00470609/fr/>
- Dongmo A. L., Vall E., Dugué P., Njoya A., Lossouarn J. (2012). Designing a Process of Co-Management of Crop Residues for Forage and Soil Conservation in Sudano-Sahel. *Journal of Sustainable Agriculture*, 36, pp. 106-126. <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10440046.2011.620232>.
- Dounias I. (2001). Synthèse bibliographique, Systèmes de culture à base de couverture végétale et semis direct en zones tropicales. CIRAD, CNEARC, 139 p.
- Dugué P., Vayssieres J., Chia E., Ouedraogo S., Havard M., Coulibaly D., Nacro H. B., Sissoko F., Sangare M., Vall E. (2012a). L'intensification écologique : réflexions pour la mise en pratique de ce concept dans les zones de savane d'Afrique de l'Ouest. *Partenariat, modélisation, expérimentation : quelles leçons pour la conception de l'innovation et l'intensification écologique. Actes du séminaire ASAP, novembre 2011, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, Cédérom*. 15 p.

- Dugué P., Balarabe O., Olin J.P., Kossoumna Liba'a N. (2012b). ETUDE DE CAS N ° 8 : Agriculture de conservation, production fourragère et sécurité alimentaire. Le cas de l'introduction de *Brachiaria ruziensis* dans les systèmes de production de la zone des savanes du Cameroun.
<http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/enjeux-internationaux/securite-alimentaire-mondiale-et/agriculture-et-changement/article/systemes-de-production-durables-en>
- Durand C., Nave S. (2007). Les paysans de l'Alaotra, entre rizières et *tanety*. Etude des dynamiques agraires et des stratégies paysannes dans un contexte de pression foncière, Lac Alaotra, Madagascar. Rapport de stage, ESAT, Toulouse, IRC, 123 p.
- Erenstein O. (2002). Crop residue mulching in tropical and semi-tropical countries : an evaluation of residue availability and other technological implications. *Soil and tillage research*, 67, pp. 115-133.
- Fabre J., Penot E. (2011). Evaluation technico-économique des effets des systèmes de culture sous couverture végétale dans les exploitations agricoles du lac Alaotra, Madagascar. Mémoire d'ingénieur agronome, SupAgro, Montpellier, 102 p.
- Findeling A. (2003). Modeling the effects of a partial residue mulch on runoff using a physically based approach, *Journal of hydrology*, 275, 1-2, pp. 49-66.
- Giller K. E., Corbeels M., Nyamangara J., Triomphe B., Affholder F., Scopel E., Tittonell P. (2011). A research agenda to explore the role of conservation agriculture in African smallholder farming systems. *Field Crops Research*, 124, pp. 468-472.
- Giller K. E., Witter E., Corbeels M., Tittonell P. (2009). Conservation agriculture and smallholder farming in Africa : The heretics' view. *Field Crops Research*, 114, pp. 23-34. <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378429009001701>.
- Griffon M. (2006). Nourrir la planète, pour une révolution doublement verte. Odile Jacob, Paris, 456 p.
- Heislen V., Salgado P., Tillard E., Penot E. (2010). Evaluation socio-économique de l'impact des cultures en semis direct sous couvert végétal (SCV) sur les systèmes d'élevage et les pratiques d'intégration agriculture-élevage au lac Alaotra, Madagascar. Rapport de stage de master Ingénierie en Ecologie et Gestion de la Biodiversité, université Montpellier II, 66p.
- Jobard E. (2010). Assessing the socio-economic impacts of conservation agriculture adoption in Xieng Khouang. Rapport de stage de césure, AgroParisTech, IRD, 18 p.
- Jobard E., Keophoxay A., Nanthavong K., Khamvanseuang C., Castella J.C., Lestrelin G. (2011). NAFRI Policy Brief: Accompanying the 'maize boom' in the Kham basin and Nonghet district.
- Jouve P. (2004). La croissance démographique, frein ou opportunité pour une intensification agricole durable en Afrique subsaharienne? Transition agraire et résilience des sociétés rurales. *Courrier de l'environnement de l'INRA*, 52, pp. 101-106,

- Jullien F., Tivet F., Lestrelin G., Tran Quoc H., Lienhard P., Khamhung A., Rattanatrak B., Panyasiri K., Chabanne A., Julien P., Séguy L. (2008a). A farmer-group based approach linking research and development for the promotion of conservation agriculture in the Lao PDR. In Regional Workshop on conservation agriculture, Ministry of Agriculture and Forestry (Lao PDR), NAFRI, CIRAD, pp. 196-207.
- Jullien F., Khampa S., Rattanatrak B., Kang-air S., Vongvichit B., Phanlak V., Philakoum A., Tivet F. (2008b). Improving smallholder income generation by integrating DMC by-products into pig raising activities. In Regional Workshop on conservation agriculture, Ministry of Agriculture and Forestry (Lao PDR), NAFRI, CIRAD, pp. 95-100.
- Knowler D., Bradshaw B. (2007). Farmers' adoption of conservation agriculture : A review and synthesis of recent research. *Food Policy*, 32, pp. 25-48.
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0306919206000224>.
- Kongay K., Phaipasith S., Ferrand J., Castella J.-C. (2010). Land use/cover change analysis in Pek, Kham and Nonghet Districts of Xieng Khouang Province, Laos. Final Report, 12 p.
- Lal R. (2007). Constraints to adopting no-till farming in developing countries, *Soil Tillage Research*, 94, pp. 1-3.
- Le Gal P.-Y., Dugué P., Faure G., Novak S. (2011). How does research address the design of innovative agricultural production systems at the farm level ? A review. *Agricultural system*, 104, pp. 714-728.
- Lestrelin G., Tran Quoc H., Jullien F., Rattanatrak B., Khamxaykhay C., Tivet F. (2011). Conservation agriculture in Laos : Diffusion and determinants for adoption of direct seeding mulch-based cropping systems in smallholder agriculture. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 27, 1, pp. 81-92.
http://www.journals.cambridge.org/abstract_S174217051100055X
- Lestrelin G., Nanthavong k., Jobard E., Keophoxay A. (2012). 'To till or not to till ?' Opportunities and constraints to the diffusion of Conservation Agriculture in northern Lao PDR. *Outlook on Agriculture*, 41, 1, pp. 41-49.
- Naudin K., Gozé E., Balarabe O., Giller K. E., Scopel E. (2010). Impact of no tillage and mulching practices on cotton production in North Cameroon : A multi-locational on-farm assessment. *Soil and tillage research*, 108, pp. 67-68.
- Naudin K., Scopel E., Andriamandroso A. L. H., Rakotosolofo M., Andriamarosoa Ratsimbazafy N. R. S., Rakotozandriny J. N., Salgado P., Giller K. E. (2011). Trade-offs between biomass use and soil cover. The case of rice-based cropping systems in the lake Alaotra region of Madagascar. *Experimental Agriculture*, 48, 2, pp. 194-209.
- Njomaha C., Olina J.P., Abou A., Balarabe O. (2010). Diffusion des systèmes de cultures sur couverture végétale au Nord-Cameroun : contraintes d'adoption et perspectives. CEDRES - Actes du colloque "Quelle Agriculture pour un développement durable de l'Afrique", Ouagadougou-BURKINA FASO, du 6 au 8 Décembre 2010, pp. 180-188.

- Njomaha C., Olina J.-P., Enam J., Faikréo J. (2011). Rentabilité des Systèmes de cultures sur Couverture Végétale en zone cotonnière du Nord-Cameroun. 5^{ème} Journées de recherches en sciences sociales, 8 – 9 Décembre 2011, AgroSup, Dijon, France, 12 p.
- Olina J.-P. (2011). Rapport de projet ESA II à Touboro, Cameroun, 42 p.
- Papy F. (2006). Comment l'agronomie participe au processus d'innovation. In : Agronomes et innovations. Caneill Jacques, L'harmattan, Paris, pp. 9-20.
- Paresys L. (2011). Evaluation des impacts de l'adoption des systèmes de culture sur couverture végétale (SCV) sur le fonctionnement des exploitations en zone cotonnière de l'Extrême-Nord Cameroun. Cas d'un terroir d'agro-éleveurs Sirlawé, en pays Tupuri. Mémoire d'ingénieur agronome, IRC SupAgro, Montpellier, 159 p.
- Parmentier B. (2009). Nourrir l'humanité : les grands problèmes de l'agriculture mondiale au XXI^e siècle. La découverte, Paris, 293 p.
- Penot, E. (2009). Des savoirs aux savoirs faire : l'innovation alimente un front pionnier : le lac Alaotra de 1897 à nos jours. *Document de travail BV lac n ° 27*, 37 p.
- Poletti S., Penot E. (2011). Evaluation technico-économique de l'impact de l'introduction des systèmes en agriculture de conservation dans les exploitations agricoles de la région du lac Alaotra. Mémoire d'ingénieur agronome, ENSAT, Toulouse, 114 p.
- Raharisoa B., Penot E. (2011). Analyse de l'évolution des pratiques et des processus d'innovation des systèmes de culture Semis direct sous Couverture Végétale permanente (SCV) pour la rive est du Lac Alaotra. Mémoire d'ingénieur agronome, Université d'Antananarivo Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Antananarivo, 129 p.
- Ramahatoraka H. A., Rakotondravelo J.C., Penot E., Faure G. (2011). Analyse des services agricoles liés à l'adoption des systèmes de culture sous couverture végétale (SCV). Mémoire d'ingénieur agronome, Université d'Antananarivo Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Antananarivo, 109 p.
- Raunet, M., Naudin, K. (2006). Lutte contre la désertification : l'apport d'une agriculture en semis direct sur couverture végétale permanente (SCV). CSFD, les dossiers thématiques n°4, 44 p.
- Retif M., Dugué P., Faure G. (2010). Le semis direct sous couvert végétal dans les systèmes de production du Nord-Cameroun. Document de travail, CIRAD, ISTOM, Projet PAMPA/RIME, 89 p.
- Rogers E.M. (1962). Diffusion of innovations. The free press of glencoe, New York, 367 p.
- Saint-André F., Dugué P., Penot E., Le Gal P.Y. (2010). Analyse des relations agriculture-élevage et place des techniques d'agriculture de conservation au sein d'exploitations du Lac Alaotra. Rapport de stage de césure, AgroParisTech, CIRAD, 76 p.

- Scopel E., Da Silva F. A.M., Corbeels M., Affholder F., Maraux F. (2004). Modelling crop residue mulching effects on water use and production of maize under semi-arid and humid tropical conditions. *Agronomie*, 24, 6-7, pp. 383-395.
- Séguy L., Husson O., Charpentier H., Bouzinac S., Michellon R., Chabanne A., Boulakia S., Tivet F., Naudin K., Enjalrik F., Ramaroson I., Rakotondramanana, (2009). Chapitre 1 : Principes et fonctionnement des écosystèmes cultivés en semis direct sur couverture végétale permanente ; chapitre 2 : La gestion des écosystèmes cultivés en semis direct sur couverture végétale permanente., *Manuel pratique du semis direct à Madagascar*, Volume I, Projet BVLac, 31 p.
- Serpantié G. (2009). L' « agriculture de conservation » à la croisée des chemins (Afrique, Madagascar).” *VertigO*, 9, 3, pp. 1-21.
- Sibelet N. (1995). L'innovation en milieu paysan ou la capacité des acteurs locaux à innover en présence d'intervenants extérieurs. Thèse Dr en sociologie rurale, InaPG, Paris, 400 p.
- Sibelet N., Dugué P. (2007). Processus d'innovation dans les exploitations familiales. In : Exploitations agricoles familiales en Afrique de l'Ouest et du Centre. Gafsi M., Dugué P., Jamin J.-Y., Brossier J., Quae, Versailles, pp. 349-367.
- Teasdale J. R., Mohler C. L., (1993). Light transmittance, soil-temperature, and soil-moisture under residue of hairy vetch and rye. *Agronomy Journal*, 85, pp. 673-680.
- Teasdale J. R., Mohler C. L. (2000). The quantitative relationship between weed emergence and the physical properties of mulches. *Weed Science*, 48, pp. 385-392.

Webographie

- Agroécologie, le réseau du Semis direct sous Couverture Végétale permanente. PAMPA et projets. http://agroecologie.cirad.fr/pampa_et_projets (consulté le 30 juillet 2012).
- Banque mondiale, 2011 (consulté le 16 août 2012) :
- Cameroun : <http://donnees.banquemondiale.org/pays/cameroun>
 - Madagascar : <http://donnees.banquemondiale.org/pays/madagascar/>
 - Laos : <http://donnees.banquemondiale.org/pays/republique-democratique-populaire-lao>
- FAO, 2012. Agriculture de conservation. Département de l'agriculture et de la protection des consommateurs. <http://www.fao.org/ag/ca/fr/> (consulté le 16 juillet 2012).

ANNEXES

ANNEXE I - Le programme PAMPA et le projet RIME

En 2007, l'AFD, le FFEM et le MAE lancent le Programme d'Actions Multi Pays en Agroécologie (**PAMPA**), pour une durée de 5 ans. Ce programme comprend un ensemble de projets nationaux et un programme transversal de développement des expérimentations et de diffusions (recherche-action) dans plusieurs régions du monde : Maghreb, Afrique subsaharienne (Nord Cameroun, Mali et Burkina), Afrique de l'Est et Australe (en particulier à Madagascar), Asie du Sud Est (Laos, Cambodge, Vietnam). Ce programme PAMPA se fixe comme objectifs spécifiques de :

- i) élargir la zone d'action géographique du développement des SCV ;
- ii) ouvrir le réseau à d'autres partenaires au nord comme au sud ;
- iii) renforcer le caractère scientifique de l'approche agroécologique en particulier dans les domaines de l'évaluation économique et des conditions d'adoption des SCV ;
- iv) développer une stratégie de communication.

Dans le cadre de ce programme, le projet de recherche **RIME** (Réponse Intégrée Multi-Equipes) a été initié en 2009 et a pour but d'évaluer l'impact écologique et technico-économique des SCV dans différents pays tropicaux. Ce projet coordonné par l'IRD et associant le CIRAD, l'INRA et des partenaires locaux comprend 4 Groupes de Travail :

- GT1 : La séquestration de carbone par les sols cultivés sous SCV et la réaction des stocks de carbone du sol sous SCV au changement climatique futur ;
- GT2 : L'impact des SCV sur le fonctionnement du système sol-plante à l'échelle du paysage ;
- GT3 : Les impacts socioéconomiques des SCV au niveau des exploitations et des économies et sociétés locales, les déterminants économiques et sociologiques de la diffusion de ces techniques ;
- GT4 : L'évaluation de la valeur du capital sol au niveau national et l'appui à l'élaboration de politiques publiques et/ou d'arrangements locaux.

Ce mémoire entre dans le cadre du **GT3** et concerne 5 terrains (Madagascar, Cameroun, Laos, Brésil et Vietnam) où les SCV sont développés en proportions variables. Le GT3 se décline en 5 activités :

- Activité 1 : conception du dispositif de recherche pour évaluer l'impact des SCV ;
- Activité 2 : évaluation socio-économique des SCV à l'échelle de l'exploitation agricole ;
- Activité 3 : évaluation des conditions d'adoption des SCV au niveau des territoires et région d'intervention ;
- Activité 4 : évaluation participative des SCV et des dynamiques d'innovation ;
- Activité 5 : intégration des connaissances et analyse comparative des résultats obtenus sur les divers terrains.

Cette étude entre dans le cadre de l'**activité 5**.

ANNEXE II - Les SCV : historique, avantages et inconvénients agronomiques

D'après Dounias 2001.

1. Historique des SCV

Les SCV ont été pratiqués pour la première fois aux Etats-Unis en 1962 après une phase expérimentale de 20 ans. Les graves problèmes d'érosion hydrique et éolienne lié à la motorisation agricole (*Dust Bowl* dans les années 30) sont à l'origine de cette technique. Le deuxième facteur à l'origine de cette technique est l'apparition des herbicides chimiques (à partir de 1944) qui remet en question l'utilité du labour. Enfin le troisième facteur est la création en 1961 du premier semoir pour semis direct en traction motorisée : il permet de couper le mulch en ouvrant un sillon avant d'y déposer les graines.

A partir de 1962 (date d'arrivée du paraquat sur le marché), les SCV connaissent une forte expansion aux Etats-Unis et dans un premier temps pour les cultures de maïs. La superficie cultivée en semis direct avec conservation de résidus aux Etats-Unis passe de 1 200 000 ha en 1972 à 18 000 000 ha en 1997, soit 15% de la surface en cultures annuelles.

Cette technique s'est développée dans d'autres pays de la zone tempérée (Australie, Canada, Argentine) puis en zone tropicale. Cette diffusion se retrouve principalement dans les systèmes de production motorisés, notamment au Brésil dès les années 70 (Fig. 12).

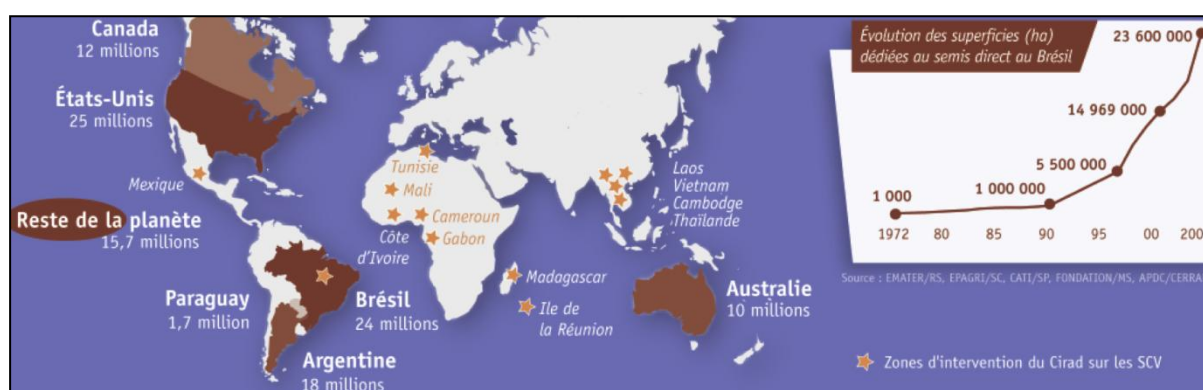


Figure 12 : Répartition des superficies importantes en semis direct à travers le monde en 2005 (en ha) Source : congrès mondial de l'agriculture durable (Nairobi, 2005).

Les SCV s'étendent ensuite pour atteindre les exploitations familiales non motorisées, notamment dans la zone subtropicale du Brésil, en Afrique et Asie du sud-est. Cette diffusion très encadrée par des structures de recherche-développement a débuté dans les années 80 et semble pour le moment assez limitée.

2. Avantages et inconvénients des SCV au niveau agronomique

Les processus agrobiologiques mis en jeu par les SCV sont très diversifiés comme le montre le tableau 12 et les figures 13 et 14.

Tableau 12 : Impacts agronomiques positifs et négatifs (en rouge) des SCV

	Non labour et semis direct	Couverture végétale	Association de cultures/rotations
Adventices	- Développement d'adventices vivaces	<ul style="list-style-type: none">- Compétition pour la lumière, l'eau : contrôle l'enherbement (sauf si couverture moyenne à faible)- Effet allélopathique- Ecran lors des traitements herbicides- Retient les semences d'adventices et augmente le stock	<ul style="list-style-type: none">- Limite le développement des adventices
Maladies et parasites		<ul style="list-style-type: none">- Effet allélopathique- Barrière physique à la dissémination d'inoculum- Réservoir à parasitoïdes- Développement de champignons, limaces et escargots dû à l'humidité- Abri favorable aux serpents et rongeurs	<ul style="list-style-type: none">- Limite le développement de maladies/parasites
Structure du sol	<ul style="list-style-type: none">- Limite les interventions participant à la dégradation de la structure (semelle de labour, tassement)- compaction du sol	<ul style="list-style-type: none">- Meilleure stabilité structurale (car augmentation de la MO)- Fragmentation du sol grâce aux racines- Augmente la proportion en pores moyens au détriment des macropores en surface et augmentation de la porosité totale en profondeur- Limite l'impact de la pluie et du vent- Limite l'érosion	<ul style="list-style-type: none">- Limite la compaction du sol grâce aux systèmes racinaires
Bilan hydrique		<ul style="list-style-type: none">- Améliore l'infiltration- Limite le ruissellement- Augmente le lessivage- Augmente la capacité de stockage en eau (grâce à l'augmentation de la MO)- Limite l'évaporation (couverture morte)- Augmente les pertes en eau par transpiration de la couverture vivante	<ul style="list-style-type: none">- Besoin accru en eau
		- Limite les pertes en eau dues aux adventices (si bonne gestion)	
MO	<ul style="list-style-type: none">- Limite la vitesse de minéralisation de la MO	<ul style="list-style-type: none">- Production de biomasse non exportée- Améliore lentement et en surface le taux de carbone du sol- Minéralisation accélérée par l'activité biologique	
Disponibilité en éléments minéraux	<ul style="list-style-type: none">- Concentration des éléments minéraux en surface	<ul style="list-style-type: none">- Remontée des éléments minéraux- Augmente la CEC (par augmentation de la MO)- Limite la volatilisation de l'azote- Besoin en azote accru- Faim d'azote (si C/N élevé)	<ul style="list-style-type: none">- Fixation de l'azote atmosphérique (si légumineuse)- Besoin accru en nutriments
		➔ Fertilisation minérale	
Activité biologique	<ul style="list-style-type: none">- Favorise la prolifération des micro-organismes		

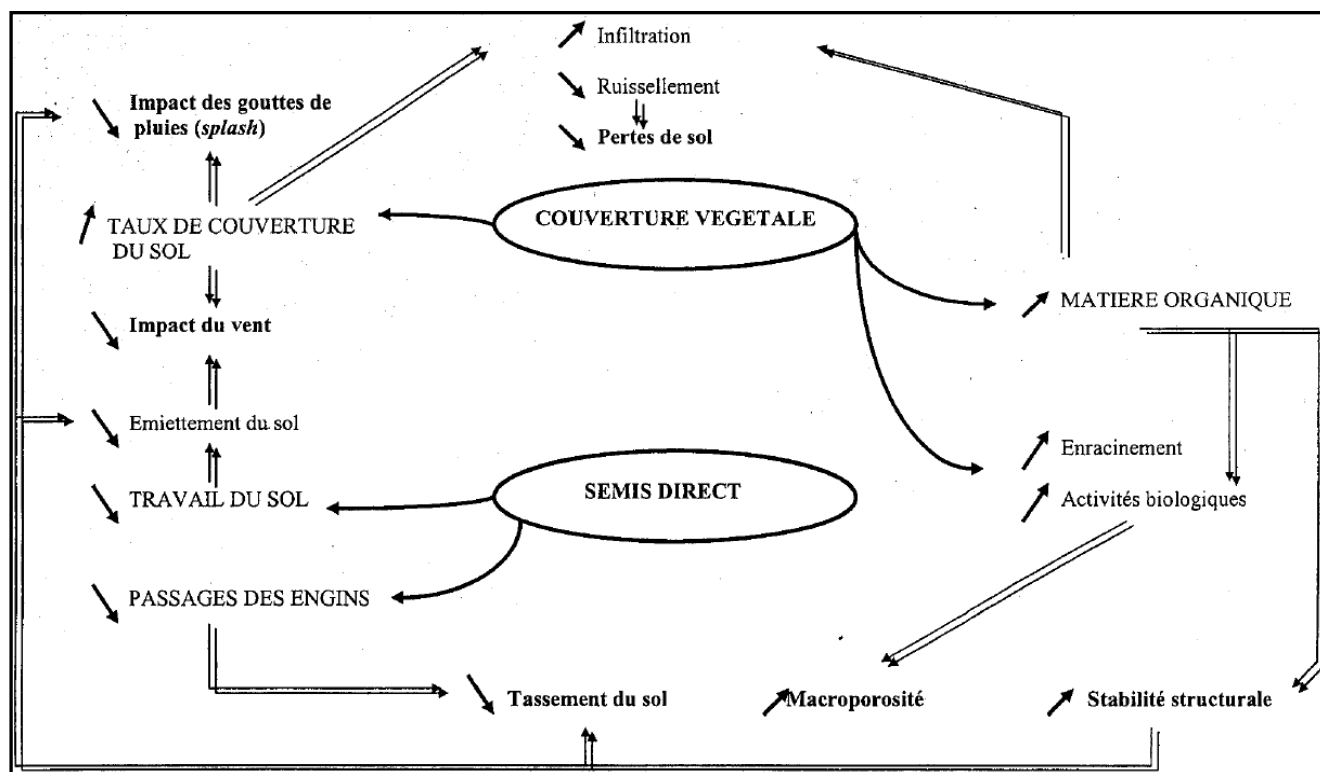


Figure 13 : Effet des SCV sur les phénomènes de dégradation de l'état physique du sol

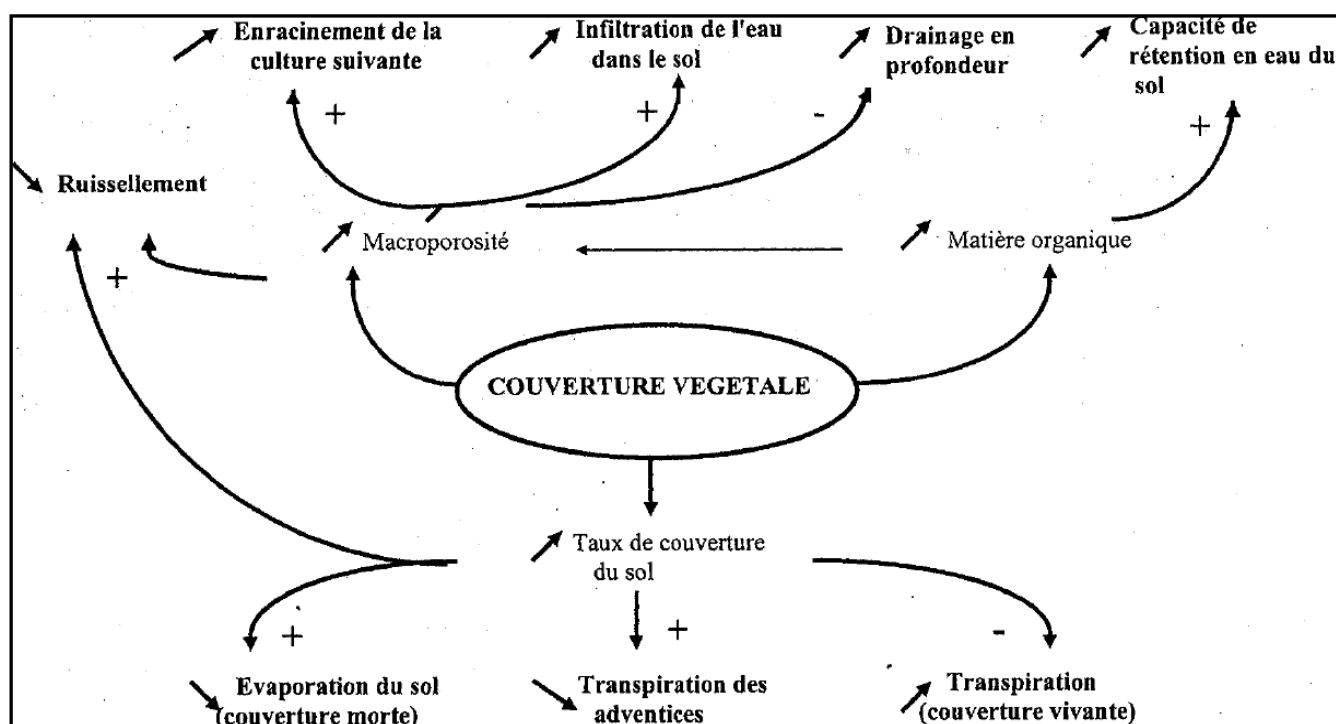


Figure 14: Effet des SCV sur la réserve en eau utile du sol

ANNEXE III - Présentation des projets BVLac, ESA et PRONAE

1. Le projet BVLac (d'après Penot, 2009)

Le projet de mise en valeur et de protection des Bassins Versants du Lac Alaotra financé par l'AFD a débuté en 2003 puis a été reconduit en 2008 pour une période de 5 ans. Il a pour but d'accroître et de sécuriser les revenus des producteurs touchés par les aléas climatiques et économiques des années récentes, de préserver l'environnement, de sécuriser les investissements d'irrigation existant en aval et d'aider les producteurs à devenir les acteurs de leur développement.

Les activités menées à cet effet sont les suivantes :

- La sécurisation foncière : le projet soutient techniquement et financièrement les organisations de producteurs dans la mise en œuvre de procédures de régularisation foncière ;
- La préservation des écosystèmes : programme de reboisement associant des techniques d'agroforesterie et d'agroécologie, traitement des ravines et des *lavakas*, lutte contre les feux de brousse ;
- La mise en valeur agricole, avec la promotion de techniques agroécologiques contribuant à réduire l'érosion et à reconstituer la fertilité des sols tout en permettant le développement de nouvelles activités productives (maraîchage, cultures de légumineuse...) ; des actions sont plus spécifiquement ciblées sur l'intensification rizicole (accès aux intrants, formation à des techniques culturales économes en semence, diffusion de nouvelles variétés semencières) ;
- L'intégration de l'agriculture et de l'élevage (afin de réduire les fortes contraintes d'alimentation du cheptel bovin) et des actions d'amélioration de la santé animale ;
- Des travaux d'infrastructures de désenclavement, d'approvisionnement en eau potable et de construction et réhabilitation d'aménagements hydroagricoles ;
- Le crédit rural, en lien avec la Bank Of Africa implantée dans la région et des IMF ;
- La structuration paysanne (animation, formation, organisation et appui aux OP).

La vulgarisation des SCV est intégrée à ce vaste projet pilote avec une diversité d'acteurs de la diffusion. Le bureau d'étude Bas-Rhône Languedoc et l'Agence Nationale d'Action Environnementale deviennent des opérateurs du projet, rejoints par l'ONG AVSF et l'entreprise SD Mad qui s'occupe surtout de la réhabilitation des RMME. Le Bureau d'Expertise Sociale et Territoriale appuie la formation des groupements de producteurs.

2. Le projet PCS-ESA II

Le projet PCS-ESA II (Projet Conservation des Sols, Eau-Sol-Arbre), également financé par l'AFD, s'inscrit dans une continuité de projets déjà mis en place précédemment (projet DPGT puis ESA I, figure 15). De 2003 à 2007, le projet ESA s'appuie sur les acquis du volet « Fertilité » du DPGT pour assurer la continuité des actions. Le PCS-ESA II est initié en 2007 pour une durée de 3 ans.

Le projet PCS-ESA II a pour finalité de *«promouvoir une nouvelle forme d'agriculture devant permettre de lutter efficacement contre la pauvreté et de préserver le patrimoine naturel, notamment la qualité et la fertilité des sols»* (M. Abbou Abba, coordinateur de projet, cité par Retif et al. 2010).

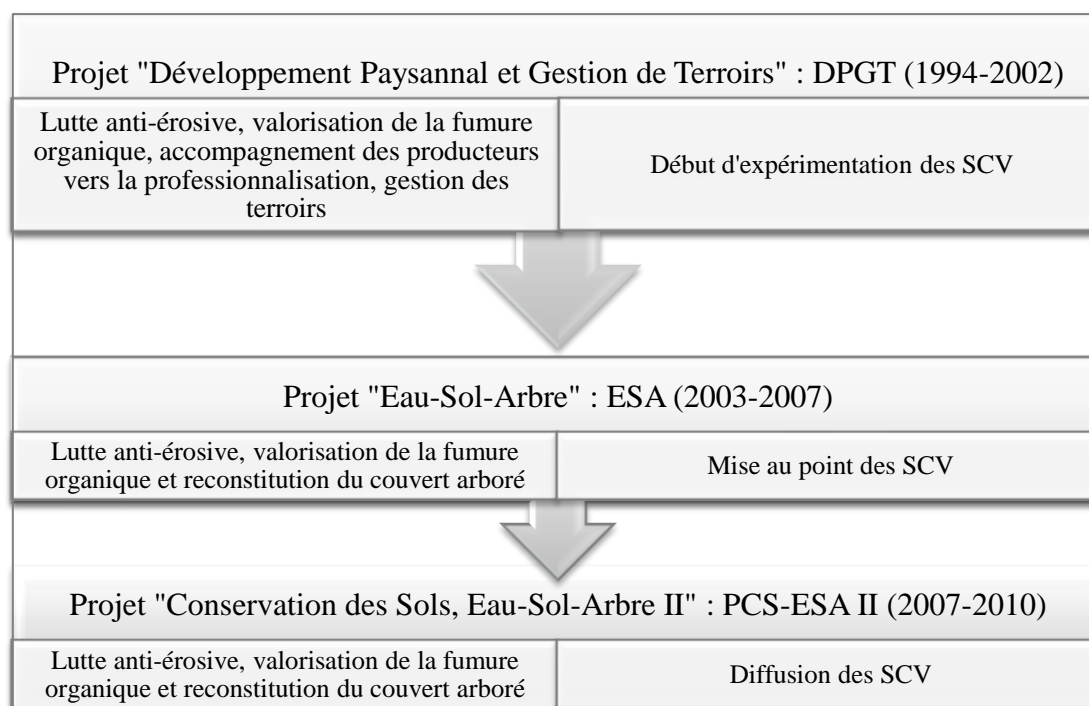


Figure 15 : Evolution du projet PCS-ESA2 (Rétif, 2010)

Le fonctionnement du PCS-ESA2 repose sur la coordination de 4 services :

- le service recherche adaptative dont les activités consistent à mettre au point des SCV en menant des essais en station comme en milieu paysan et à développer la démarche « terroirs tests » dans 5 villages : Laïndé Massa, Tapi, Sirlawé, Kilwo et Boboyo/Mendéo (Fig. 3). A ces villages s'ajoute les « villages spécifiques » qui complètent le dispositif de la recherche-adaptative et peuvent suppléer les terroirs tests pouvant rencontrer des difficultés dans la mise en place des innovations proposées ;
- le service diffusion qui apporte un appui au personnel d'encadrement de la Sodecoton qui s'est engagé à vulgariser les SCV. Les chefs de zone Sodecoton interviennent sur le conseil technique sur 1 ou 2 types de SCV adaptés à la situation agraire. ;
- le service formation et communication ;
- le service logistique semencière chargé de l'approvisionnement en semences (plantes de couverture et fourragères) et du suivi des pépiniéristes formés pour la fourniture d'arbres.

3. Le projet PRONAE

De 2003 à 2009, l'institut de recherche « National Agriculture and Forestry Research Institute » avec le support du CIRAD a mis en place le « Lao National Agro Ecology Programme » dans les provinces de Sayabouri et Xieng Khouang au Laos.

Ce programme fait partie du Programme de Capitalisation en Appui à la Politique de Développement Rural dont un des piliers est de soutenir l'AC. Ses objectifs sont : de développer des innovations techniques tout en préservant les ressources naturelles et d'établir un contexte favorable à la dissémination de ces technologies auprès des agriculteurs.

Le projet PRONAE a pour but de développer des systèmes alternatifs à la pratique d'abattis-brûlis, dont notamment les systèmes SCV, dans un objectif de durabilité environnementale, de performances économiques et de reproductibilité. Ce projet a été très court : 3 ans de diagnostic suivi de 2 ans de vulgarisation. La vulgarisation a donc eu un faible impact mais a néanmoins permis la constitution de groupes d'agriculteurs (réunions en début et fin de saison, formations), la formation de techniciens, la présence de vulgarisateurs dans chaque district, des démonstrations en parcelle dans les villages pilotes, des visites de terrain et une facilité d'accès aux intrants. Entre 2005 et 2008, cela a concerné 1100 exploitations sur 1500 ha dans la province de Sayabouri (Slaats et al. 2009 ; Lestrelin et al. 2012).

A Sayabouri, un 2^{ème} projet de vulgarisation faisant partie du PCADR a été mis en place en 2005 en parallèle du programme PRONAE : le Point d'Application du Sud de la province de Sayabouri. Le PASS a pour but de diffuser les résultats de la recherche auprès des paysans. A Sayabouri, la bonne entente entre les projets PRONAE et PASS et des financements plus importants expliquent en partie la meilleure diffusion des SCV qu'à Xieng Khouang.

Les projets PRONAE et PASS se sont terminés en décembre 2009, la suite des initiatives pour promouvoir l'AC a en principe été prise en charge par les acteurs locaux.

ANNEXE IV - Madagascar et le lac Alaotra

1. Madagascar

La République de Madagascar couvre une superficie de 587 000 km² avec 21 millions d'habitants (Banque mondiale, 2011). En 2011, le Produit Intérieur Brut annuel s'élève à 10 milliards de dollars et la dette extérieure atteint environ 25 % du PIB (Banque mondiale, 2011). En 2011, 69% de la population vivait en-dessous du seuil de pauvreté fixé à 1\$EU/jour/habitant et Madagascar occupe actuellement la 135^{ème} position (sur 169 pays) dans l'Indicateur Annuel du Développement Humain. Dans ce pays où 80% de la population vit en milieu rural, le riz est fondamental dans le régime alimentaire. La consommation annuelle de riz par habitant est estimée à 120 kg en zone urbaine et 146 kg en zone rurale, soit la première consommation mondiale.

2. Le lac Alaotra

La région de l'Alaotra, repose sur un plateau granito gneissique situé à 750 mètres d'altitude. Au cœur d'une dépression à fond plat s'étend une large plaine où est incrusté le lac Alaotra, serti d'une ceinture de marécages. En périphérie, une auréole de collines constituée de massifs latéritiques, forme les bassins versants de la dépression.

Le climat est de type tropical humide de moyenne altitude. La région étant située dans la zone de convergence intertropicale, le climat se caractérise par l'alternance de deux saisons contrastées ce qui favorise l'action de l'érosion. La saison sèche, très marquée, limite le développement du couvert végétal. Durant la saison des pluies, le ruissellement est intense, les sédiments sont «arrachés» aux *tanety* et se déversent dans les zones de culture en détruisant chaque année l'aménagement hydraulique et les parcelles fraîchement repiquées.

Au cours des grandes phases historiques qui se sont succédées, la région du lac Alaotra a toujours été une zone d'investissements massifs et un réceptacle d'innovations. Le gouvernement malgache, dès l'indépendance en 1960, a entrepris de faire de la cuvette lacustre de l'Alaotra aux potentialités rizicoles importantes, le « grenier à riz » de Madagascar en y réalisant d'importants aménagements hydro-agricoles. La forte intensification de la riziculture, réalisée par le biais de nombreuses innovations (intrants, traction attelée...), explique en partie les résultats de l'agriculture dans cette région : c'est en effet une des seules zones excédentaire en production de riz, qui alimente les deux principales villes du pays, Antananarivo et Tamatave. L'Alaotra est recouverte de 100 000 ha de rizières dont environ 70 000 ha sont mal irrigués. La production annuelle s'élève à environ 200 000 t de paddy en moyenne, dont 80 000 t sont exportées vers la capitale.

ANNEXE V - La topo-séquence au lac Alaotra : RI, *baiboho* et *tanety*

Les différentes unités agronomiques rencontrées au Lac Alaotra sont de l'amont vers l'aval : les *tanety*, les *baiboho*, les RMME et les RI (Fig. 16).

Les zones de *tanety* sont formées par trois sous unités : les plateaux sommitaux, les flancs des *tanety* ou zones de pentes très sensibles à l'érosion et les bas de pente qui sont en général des sols colluvionnaires riches. Les *tanety* sont généralement caractérisées par deux types de sol :

- Les sols jaunes de *tanety* : pauvres et compactés. En culture traditionnelle, les paysans y installent du manioc ou du pois de terre avec des systèmes à jachère de 2 à 4 ans ;
- Les sols rouges des *tanety*, moyennement riches et plus ou moins compactés. Les agriculteurs exploitent ce type de sol terroir avec les systèmes à jachère de 2 à 3 ans. Les cultures paysannes sont du manioc, de l'arachide, du pois de terre, du riz pluvial ou du maïs mais à rendement très faible en années sèches.

Dans la Vallée du Sud-est, les *tanety* sont fortement érodés avec des formations et des traces de *lavakas* (Fig. 17).

Deux types de *baiboho* sont rencontrés au lac Alaotra :

- Les *baiboho* où les cultures de contre-saison sont impossibles dues aux horizons sableux qui limitent la disponibilité de l'eau pendant les périodes sèches (faible capacité de rétention en eau ou très haut niveau d'altitude et profondeur de la nappe phréatique) ;
- Les *baiboho* avec possibilité de contre-saison où les cultures sont alimentées par la remontée capillaire des nappes phréatiques pendant la saison sèche. Les paysans exploitent ce type de milieu avec des systèmes à jachère de 1 à 2 ans.

On distingue 3 types de rizières selon le régime hydrique de la parcelle :

- Les rizières à bonne maîtrise d'eau qui sont en général conduites en riz irrigué ;
- Les rizières de décrues qui sont conduites en irriguée après le retrait d'eau au mois d'août, ce type de rizière est caractéristique des rizières autour du lac dans la Zone Nord-est ;
- Les RMME de type alluvionnaire ou organique qui sont essentiellement alimentées par l'eau de pluie.

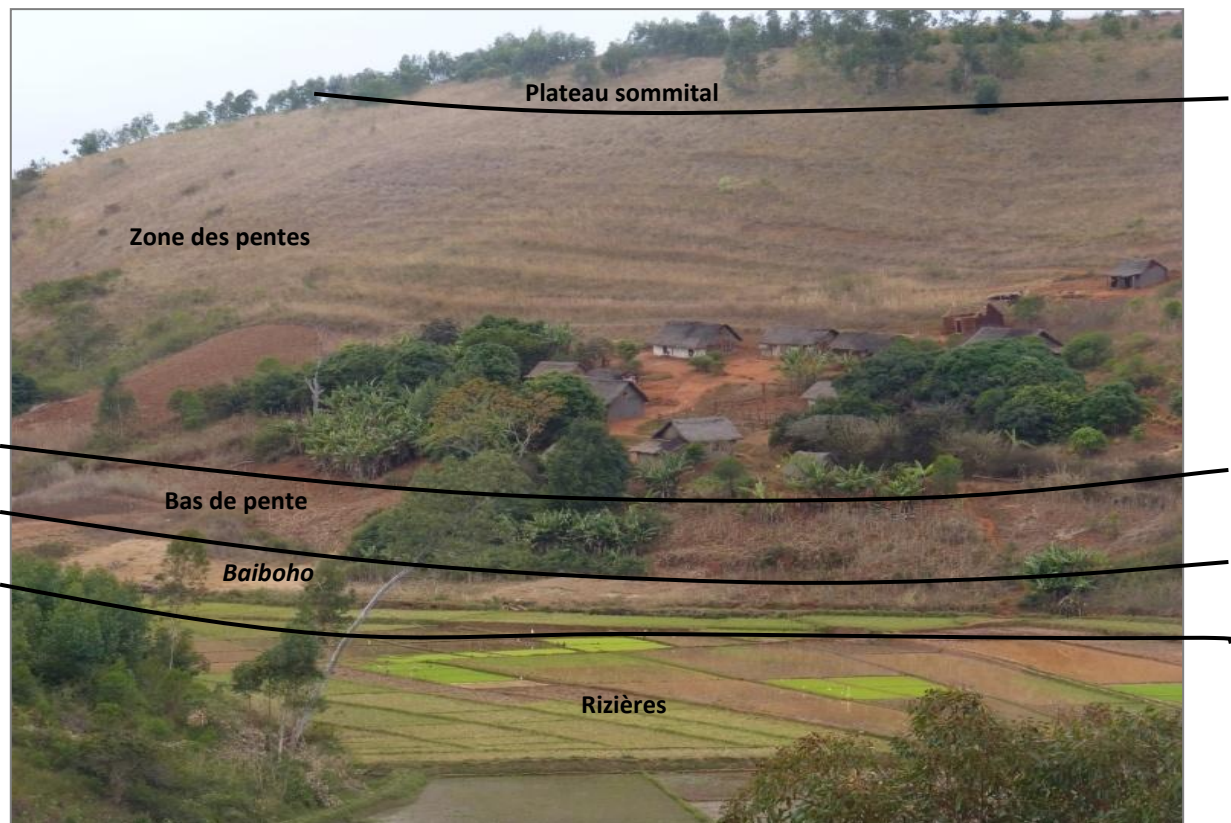


Figure 16 : Les unités agronomiques du lac Alaotra (Raharisoa, 2011)



Figure 17: *Lavakas* sur *tanety* (Penot, 2009)

ANNEXE VI - Le Cameroun et la zone cotonnière

1. Le Cameroun

Le Cameroun est un pays du fond du golfe de Guinée, de 475 440 km² et de 20 millions d'habitants (Banque mondiale, 2011). En 2011, le PIB annuel s'élève à 25,5 milliards de dollars et la dette extérieure atteint environ 15 % du PIB (Banque mondiale, 2011). D'après la FAO, l'IDH reste faible : environ 0,46 en 2010 (Belchi, 2011) ; et en 2011 40% de la population vivait en-dessous du seuil de pauvreté (Banque mondiale, 2011). En 2009, la moitié de la population vit en milieu rural et le secteur agricole représente encore 20,3 % du PIB (Belchi, 2011). Les exportations de coton atteignent 102,8 millions de dollars, soit 7 % du total des exportations et 20 % du total des exportations agricoles et le Cameroun produit 11 % du coton Ouest-africain (Paresys, 2011). Pour les agriculteurs des provinces du Nord-Cameroun, le coton est le principal moyen d'obtenir un revenu monétaire.

2. La zone cotonnière camerounaise (d'après Belchi, 2011)

La zone cotonnière est située au nord du Cameroun, sur les deux régions administratives du « Nord » et « l'Extrême-Nord », dont les capitales régionales sont respectivement Garoua et Maroua. La zone cotonnière s'établit sur une surface de l'ordre de 50 790 km² équivalente à un peu plus de 5 millions d'ha. C'est sur cette zone que sont repartis les 600 000 ha de sols cultivés concernés par l'activité de la Sodécoton.

Le climat tropical est composé de deux saisons distinctes : une saison sèche et une saison des pluies. La saison des pluies se réduit graduellement du sud au nord. Ainsi, dans la région Nord la saison des pluies dure 5 à 6 mois. On parle de domaine soudanien. A l'Extrême-Nord se trouve le domaine sahélien, avec une saison des pluies de moins de 5 mois. La pluviométrie possède elle aussi un gradient nord-sud, avec des précipitations d'environ 400 mm par an dans l'Extrême-Nord et de 800 mm à 1000 mm dans le Nord. La température moyenne de ce climat tropical est de 28°C, avec une amplitude annuelle de 10 à 15°C et une forte amplitude diurne de 20°C.

Dans cette zone cotonnière se trouvent des sols du domaine ferrugineux à dominante sableuse et sensibles à l'érosion. Le ruissellement et l'érosion sont plus importants dans les zones où le relief est accentué. Sur ces sols se sont développées des savanes arborées et arbustives, des forêts claires. Ces sols deviennent hydromorphes au niveau du bassin du lac Tchad. L'espace agricole utile est située sur les unités des sols ferrugineux tropicaux, bruns, ferralitiques et enfin argileux drainés.

ANNEXE VII - Historique de la filière coton au Nord-Cameroun

D'après Paresys, 2011.

La Compagnie Française pour le Développement des fibres Textiles est créée en 1950. Elle garantit l'achat de la totalité de la récolte de coton et un prix de campagne fixé à l'avance. En 1974, la Sodecoton est créée avec participation au capital de 55 % pour l'Etat Camerounais et 45 % pour la CFDT. Elle conserve le monopole de la commercialisation du coton. Elle s'oriente à partir de 1975 vers un modèle de production intensif basé sur la fertilisation minérale, la culture attelée et les traitements insecticides du cotonnier et s'engage auprès des paysans à octroyer des crédits « intrants » et « équipements » à rembourser au moment de la vente du coton-graine. C'est ainsi qu'elle permet la relance de la culture cotonnière. Progressivement le centre de gravité de la production se déplace des plaines de l'Extrême-Nord vers celle de la province du Nord. En 1979, le siège de la Sodecoton est transféré à Garoua. En 1985, la province du Nord représente 52 % des surfaces cotonnières, et plus de 58 % de la production.

A partir des années 70, l'organisation de la filière-coton intégrée provoque une révolution agricole, économique et sociale : les systèmes de culture sur abattis-brûlis évoluent en systèmes avec jachère courte puis en système de culture continue et les agriculteurs du fait des revenus cotonniers développent un élevage de ruminants intégré à leurs systèmes de production. La fertilité du sol est entretenue par un transfert de matières organiques d'un espace pâturé à un espace cultivé.

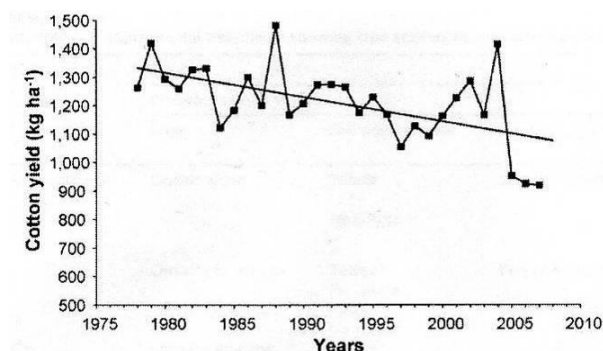


Figure 18 : Moyenne des rendements en coton au Nord-Cameroun (Naudin, 2010)

Le développement de la culture cotonnière et de la culture attelée et l'accroissement de la population ont fait augmenter de façon considérable la surface cultivée en continue, au détriment des surfaces pâturées. Le manque de matière organique dans le sol, les défriches excessives, le surpâturage et le labour favorisent la dégradation puis l'érosion des sols. L'introduction des légumineuses reste insuffisante pour compenser les exportations et déjà à partir des années 80, les rendements en coton sont à la baisse (- 8,4 kg/ha/an, Fig. 18).

Depuis 2001, le prix des intrants et des engrais en particulier est en hausse constante sur le marché mondial. Le prix des intrants enregistre une valeur record en 2008 (le prix de l'engrais complet augmente de 140 % en trois ans). Cette tendance se répercute sur le revenu des producteurs de coton : leurs revenus chutent de 35 % au cours de la même période. Les exploitations s'endettent : la production cotonnière ne permet pas toujours de couvrir les charges et parfois même de rembourser le crédit de campagne.

En réponse aux crises successives de la filière coton, les exploitations se détournent progressivement de la production cotonnière. Avec plus de 300 000 tonnes au début des années 2000, la production de coton-graine s'est limitée à 145 000 t pour la campagne 2009-2010. Or, la capacité d'égrenage du coton-graine de la Sodecoton dépasse 350 000 t/an. La situation pour le moins critique de la filière coton a amené le gouvernement à subventionner l'achat de l'engrais complet. Pour faire face à cette crise, la Sodecoton s'oriente à partir de 2008 vers la production de soja (1 000 ha en 2008 et 9 330 ha en 2009).

ANNEXE VIII - Organisation du territoire en auréoles dans la zone cotonnière du Cameroun

Dans la région de l'Extrême-Nord du Cameroun, le territoire s'organise en auréoles de parcelles conduites de façon différente selon un gradient de fertilité décroissant depuis le lieu d'habitation du chef d'exploitation et de sa famille (Fig. 19).

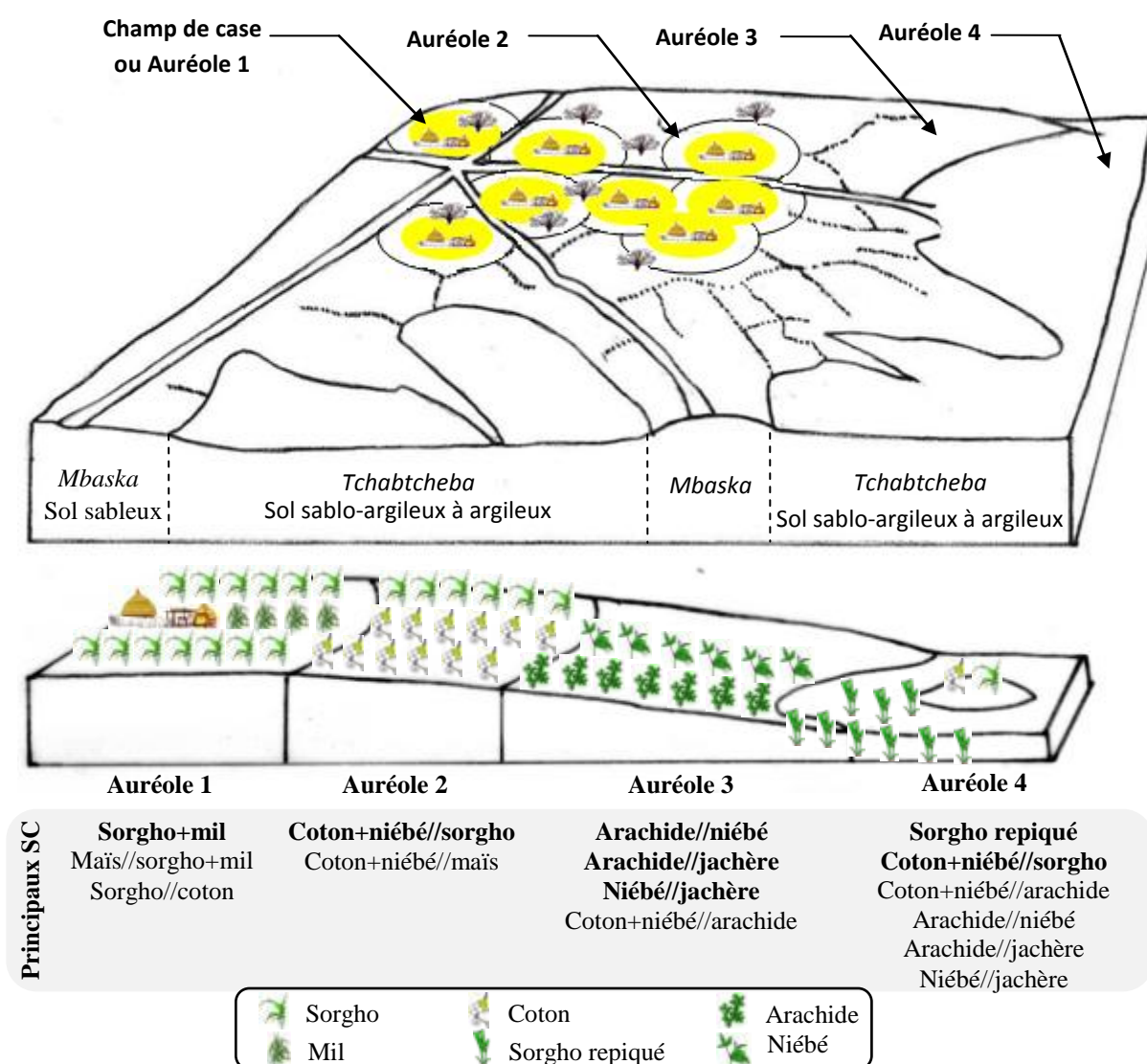


Figure 19 : Organisation auréolaire du paysage agricole de Sirlawé (Extrême-Nord)
(Paresys, 2011)

A chacune de ces quatre auréoles correspondent des systèmes de culture et des modes particuliers d'allocation de la biomasse :

- l'auréole 1 ou les champs de case est emblavée en sorgho rouge associé à du mil pénicillaire. Grâce à l'apport de fumure organique d'origine animale, cet espace cultivé autour des cases est exploitée de manière continue ;
- l'auréole 2 ou la sole à coton en rotation avec du sorgho ou du maïs, qui reçoit de la fumure minérale, mais très rarement de la fumure organique ;

- l'auréole 3 où la culture de l'arachide et du niébé est prépondérante avec en plus du pois de terre, du manioc, de l'oseille de guinée et quelque fois du coton. Ces cultures alternent avec une jachère annuelle ou pluriannuelle qui est pâturée par le bétail en saison des pluies principalement ;
- la zone semi-inondée ou auréole 4 qui était auparavant entièrement cultivée en sorghos repiqués mais qui accueille à présent des systèmes de culture variés dont le riz.

Dans la région Nord du Cameroun, le gradient de fertilité est inversé : les zones les plus fertiles sont celles éloignées de l'exploitation (Fig. 20). En effet, les villages de cette région ont été créés avec l'arrivée des populations de l'Extrême-Nord. Les agriculteurs ont donc défriché les zones proches des habitations en arrivant et n'ont pas apporté de fumure animale car ils possédaient peu d'animaux. Lorsqu'une terre est dite « dégradée », ou que le village s'agrandit, les habitants s'éloignent pour aller défricher de nouvelles terres (certaines parcelles se situent à 8 km du centre du village). Ainsi, la fertilité est faible en champs de case et les terres fertiles sont en auréole 3.

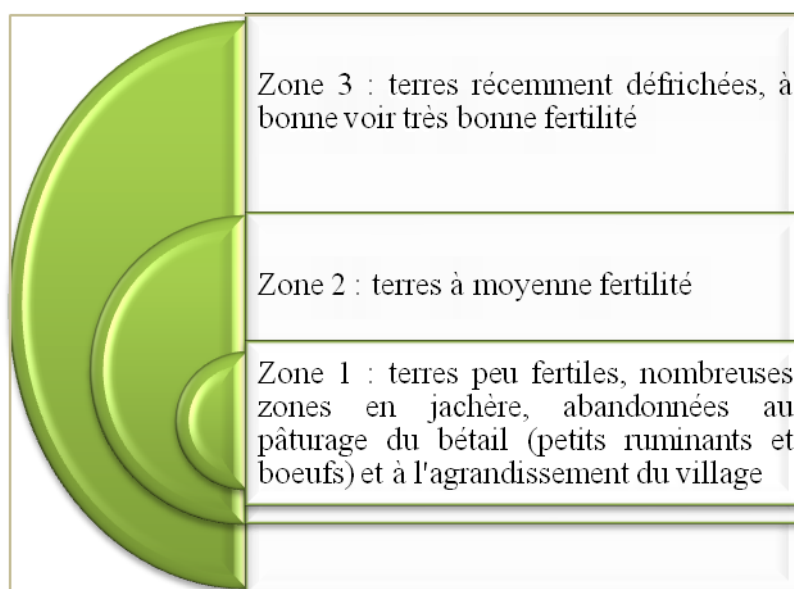


Figure 20 : Division auréolaire au sein du terroir de Tapi (Nord) suivant le niveau de fertilité des terres (Rétif, 2010)

ANNEXE IX - Le Laos et les provinces de Xieng Khouang et Sayabouri

1. La République Démocratique Populaire du Laos

La République Démocratique Populaire du Laos est un pays d'Asie du Sud-Est, de 236 800 km² et de 6,3 millions d'habitants (Banque mondiale, 2011). Avec cette densité de population relativement faible (environ 27 habitants/km²), le Laos apparaît comme un îlot de sous-peuplement au sein d'une Asie surpeuplée. En 2011, le PIB annuel s'élève à 8,3 milliards de dollars et la dette extérieure atteint environ 70 % du PIB (Banque mondiale, 2011). En 2011, 28% de la population vit en-dessous du seuil de pauvreté. En 2009, 80% de la population vit en milieu rural et le secteur agricole représente 42 % du PIB (Atlaséco, 2009).

2. La province de Xieng-Khouang

La province de Xieng Khouang au nord-est du Laos est caractérisée par un environnement biophysique et socioéconomique très diversifié (Fig. 21) et changeant rapidement. La transition agraire d'une agriculture de subsistance à commerciale a été poussée par la demande du marché (demande en maïs pour la nutrition animale au Vietnam). Cela a entraîné une expansion agricole et une intensification de l'agriculture (monoculture, mécanisation, augmentation de l'utilisation de pesticides) mais également des impacts environnementaux (Kongay et al. 2010).

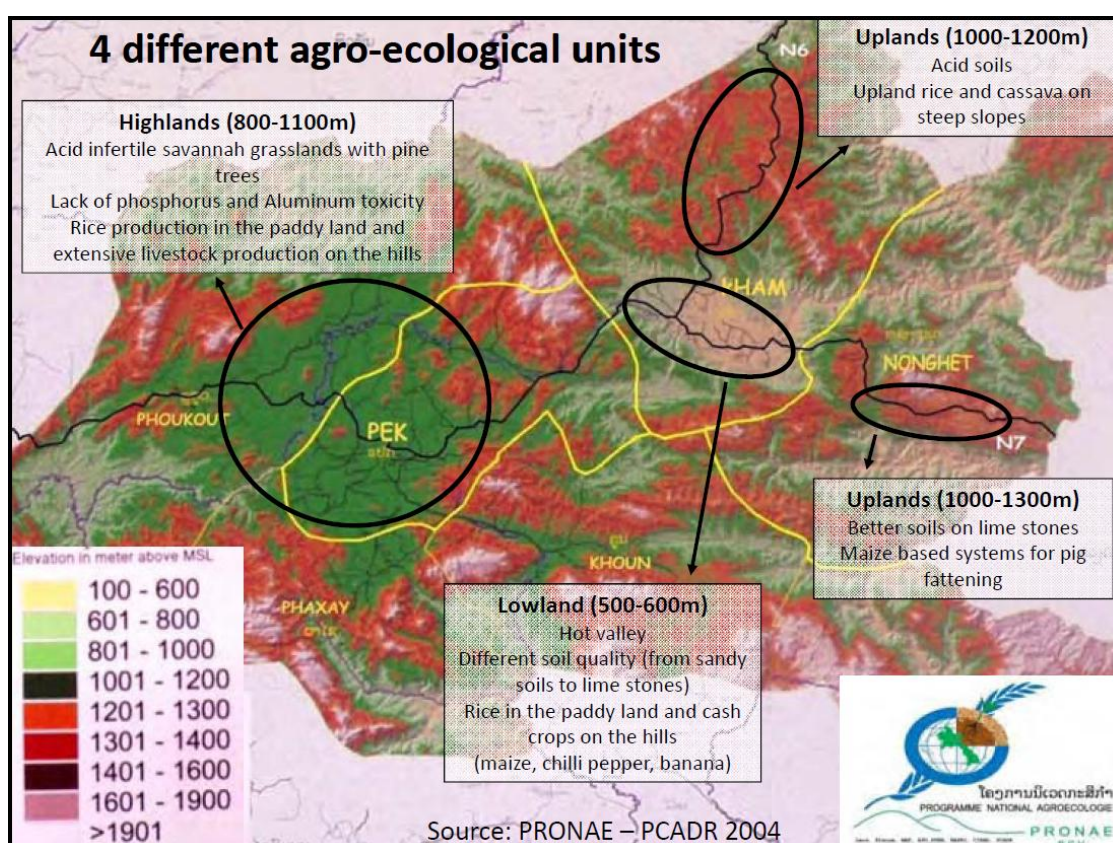


Figure 21 : Les 4 unités agro-écologiques de la province de Xieng-Khouang (Workshop Report, 2010)

La province de Xieng Khouang a été étudiée sur 3 districts aux contextes différents :

- Les bassins de production de maïs en monoculture des districts de Kham (le bassin) (Fig. 22) et de Nonghet : importance du labour, utilisation intensive d'herbicides représentant d'importants risques (économique, environnemental et pour la santé), déforestation et perte de biodiversité.



Figure 22 : Paysage du bassin du district de Kham (Lestrelin, 2010)

- L'agriculture de montagne sur fortes pentes et l'abattis-brûlis dans le district de Kham (nord) (Fig. 23) : déforestation, forte pression sur les ressources naturelles (dégradation des forêts par la pratique de l'abattis-brûlis), pauvreté.



Figure 23 : Paysage du nord du district de Kham (Lestrelin, 2010)

- Les savanes herbacées du district de Pek (ou plaine des Jarres) (Fig. 24) : culture de riz paddy (80% des 5% de surfaces cultivées), élevage extensif du bétail (<0,4 animal/ha) et pratique de l'abattis-brûlis. Cette pénéplaine se caractérise par de vastes unités paysagères dont la mise en valeur agricole est très limitée avec les moyens techniques traditionnels. Le système de production est majoritairement orienté vers l'élevage extensif de gros ruminants sur des pâturages naturels pauvres et l'aménagement des zones de bas fond pour la riziculture.



Figure 24 : Paysage de la plaine des Jarres (Lestrelin, 2010)

3. La province de Sayabouri (d'après Jullien, 2008)

La province de Sayabouri se caractérise par sa longue frontière avec la Thaïlande et ses sols relativement productifs par rapport au reste du pays. Le sud de la province a été étudié : les districts de Kenthao, Botene, Paklay et Thong Mixay. Ces quatre districts constituent la zone agricole la plus riche de la province grâce à la qualité des terres et l'intégration au marché régional et international (Thaïlande, Chine). Le district de Kenthao a été le carrefour commercial entre le Laos et la Thaïlande avec l'ouverture des frontières en 2006.

La province a longtemps été au premier plan du développement rural du Laos et fut une importante zone de production de coton des années 60 à 80. Par la suite, la demande croissante de la Thaïlande en matières premières agricoles pour la nutrition animale et pour leurs entreprises agroalimentaires a entraîné une rapide expansion agricole et une intensification de l'agriculture. Dans les quatre districts du sud de la province, la part de terres cultivées a en moyenne augmenté de 53% entre 2004 et 2008 (Lestrelin et al. 2011). La province de Sayabouri est la principale zone de production du maïs au Laos. Dans le sud de la province, la monoculture de maïs se retrouve sur 42 000 ha, soit 80% des terres arables. Avec l'augmentation des cultures de vente (en particulier le maïs) les modes de culture et les rotations traditionnels ont été remplacé par des systèmes de monoculture intensive basés sur le labour mécanique. Depuis les années 1990, la transposition depuis la Thaïlande d'un schéma de production du maïs, semi-intensif, caractérisé par l'utilisation d'une mécanisation lourde et de nombreux intrants (utilisation massive de pesticides, semences hybride de maïs) s'est opérée progressivement au sein de cette région. Les paysans ont rapidement généré d'importants profits mais aujourd'hui, l'absence de périodes de jachère, l'élimination systématique des résidus de culture et les actions mécaniques répétées fragilisent l'écosystème et entraînent une dégradation des infrastructures rizicoles et routières en aval. De plus, des analyses de sol ont révélé une perte de 50% du stock de carbone organique en 15 ans. Cette perte est due à l'érosion des parcelles cultivées et à la rapide oxydation de la matière organique après les labours. Les zones boisées ont quasiment disparues de paysages de la province de Sayabouri (Fig. 25). Ce développement masque également une forte différenciation sociale, conjuguée à un coût économique et environnemental très élevé.



Figure 25 : Paysages d'openfield dans le sud de la province de Sayabouri, avec la disparition des zones boisées (Jullien, 2008)

ANNEXE X - Le boom du maïs dans les districts de Nonghet et du bassin de Kham

Extrait traduit de Jobard et al. 2011 : NAFRI policy Brief - Accompanying the 'maize boom' in the Kham basin and Nonghet district.

Caractérisé par un microclimat chaud, des sols fertiles et une bonne accessibilité, le bassin de Kham permet la culture d'une grande diversité de productions commerciales (fruitiers, légumes, maïs). Les sols calcaires des montagnes du district de Nonghet sont aussi productifs malgré de fortes pentes. Depuis le milieu des années 2000, l'utilisation des terres dans le bassin de Kham et les flancs de coteaux de Nonghet a commencé à être dominée par la monoculture de maïs hybride. L'expansion rapide de cette culture de vente (le long de la route nationale reliant la capitale de la province au Vietnam) a eu un immense impact sur l'économie locale et l'environnement. Le maïs n'a pas seulement remplacé les cultures de fruits et légumes et s'est également étendu au détriment des forêts et des zones de jachère. A l'exception de quelques villages ayant un accès limité aux plaines pour la production de riz paddy, les zones de culture de riz pluvial sur les plateaux ont significativement diminué. Le succès de cette culture de vente peut s'expliquer par (i) les importants revenus et gains de productivité du travail générés par cette culture, (ii) la facilité de production et la robustesse de la plante qui ne requiert pas de connaissance technique spécifique, (iii) le faible besoin en intrants et en investissement limitant le risque économique, (iv) la proximité avec le Vietnam d'où les semences hybrides sont importées et où la production de maïs est exportée pour la nutrition animale (principal débouché).

Cet impressionnant processus d'intensification de l'agriculture s'est déroulé suite à l'introduction de cultivars hybrides dans la région. Les semences améliorées de maïs sont plantées à plus forte densité et sont généralement plus productives que les variétés traditionnelles. Avec de meilleurs revenus agricoles et capacités d'investissement, le labour mécanisé est ensuite devenu le principal moyen de préparation du sol. Ainsi, beaucoup d'agriculteurs du bassin de Kham ont recours à des prestataires de services pour réaliser le labour à la charrue et au tracteur. Certains de ces prestataires viennent de provinces où a eu lieu plus tôt un « boom du maïs » similaire (par exemple de Sayabouri). Le long de la route nationale, le labour mécanique s'est rapidement répandu à travers le district de Nonghet, où il a en partie remplacé les techniques traditionnelles d'abattis-brûlis et entre en compétition avec les techniques de conservation. Les herbicides, tels que l'atrazine, le gramoxone ou le glyphosate sont couramment utilisés dans les itinéraires techniques.

Le village de Komone constitue un bon exemple de la rapide expansion du maïs hybride et de l'intensification des pratiques culturales. Dans ce village, la monoculture de maïs s'est développée très rapidement à partir de 2007. Les commerçants ont joué un rôle clé en encourageant cette transition - poussant les agriculteurs à semer du maïs hybride en 2008, introduisant les herbicides en 2009 et les motopompes en 2010. Des échanges informels d'information avec les autres villages et les observations directes ont aussi joué un rôle clé dans cette transformation de l'utilisation des terres. Par contraste avec des zones plus accessibles, le labour mécanique n'a cependant pas encore atteint le village.

Dans ce contexte, les activités diffusées par PRONAE se sont focalisées sur l'accompagnement de ce « boom du maïs » afin de minimiser les potentiels impacts environnementaux négatifs en développant des SCI de monoculture de maïs (support technique, formations sur l'utilisation sécurisée et durable des pesticides).

ANNEXE XI - La canne planteuse et l'appareil à cache



Figure 26 : Semis manuel de *Vigna Umbellata* à la canne planteuse facilitant le semis dans le mulch de graminée (Sayabouri, Tran Quoc, 2008)

L'appareil à cache permet une pulvérisation localisée d'herbicide. Il ne se substitue cependant pas au désherbage manuel puisqu'il n'est efficace qu'en traitement localisé dans les interlignes des cultures et non sur les lignes de semis afin de ne pas détruire la culture.



Figure 27 : L'appareil à cache (Paresys, 2011)

ANNEXE XII - Les SCV diffusés au lac Alaotra

1. Les SCV au lac Alaotra (d'après Fabre, 2011)

Les SCV diffusés varient en fonction de la topo-séquence et sont légèrement différents entre la vallée du sud-est et le nord-est du lac Alaotra (Fig. 28).

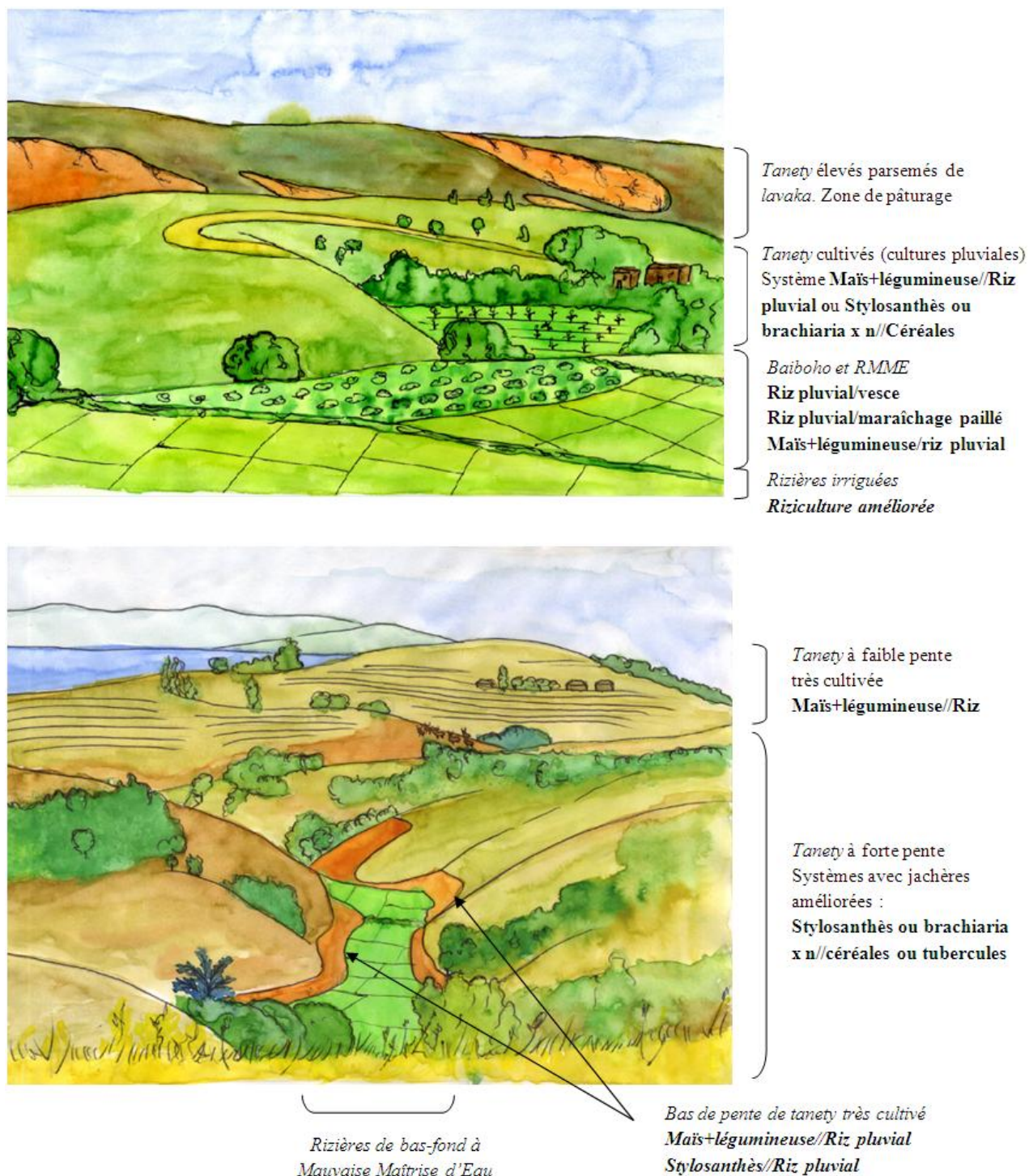


Figure 28 : Les paysages SCV selon la topo-séquence dans la vallée du sud-est et le nord-est du lac Alaotra (Fabre, 2011)

Sur *tanety*, les 2 grandes familles de SCV sont :

- les systèmes à base de maïs+légumineuses (40% des parcelles en 2010 d'après la base de données BVLac pour les parcelles de plus de 3 ans en SCV). La rotation maïs+légumineuse//riz pluvial est la plus répandue et a été adaptée par les agriculteurs par l'introduction dans la rotation d'arachide ou de l'association manioc+stylosanthès sur 2 ans (il s'agit alors de SCI car la couverture du sol n'est produite qu'un an sur trois).
- les systèmes à base de stylosanthès (jachère améliorée de 1 à 2 ans puis culture de riz pure ou en association avec une céréale) ou de brachiaria (jachère améliorée en culture pure ou en association avec du manioc, pois de terre) (18% des parcelles en 2010 d'après la base de données BVLac pour les parcelles de plus de 3 ans en SCV).

Sur *baiboho* les principales rotations en SCV sont : riz/maraîchage sur paillage, riz/vesce ou riz/maraîchage+vesce. Ces systèmes permettent la mise en place de cultures maraîchères en contre saison. Il s'agit dans ce cas de maraîchage avec irrigation. Le SCV en maraîchage permet de limiter la demande en eau des cultures grâce à la présence du mulch sur la parcelle et grâce à l'installation précoce des cultures (lorsque cela est possible). Dans les mêmes conditions, il est également possible de faire des cultures de saison sèche sans irrigation en SCV paillé comme par exemple pour le haricot (la plante vit sur les réserves en eau du sol et la remontée capillaire à partir de la nappe grâce à son enracinement profond).

2. L'association maïs+légumineuse alimentaire volubile (Séguy et al., 2009)

Applicabilité

Ces systèmes sont réalisables sans engrais sur les sols "riches" ou "moyennement riches" des *tanety*, sur les *baiboho* et les sols exondés dans les plaines.

Facilité de mise en œuvre

La gestion des associations est facile, en jouant essentiellement sur l'espacement entre les plantes, la date de semis des différentes espèces, et éventuellement la fertilisation. Ces différentes espèces étant des plantes annuelles qui finissent naturellement leur cycle, elles n'ont pas besoin d'être contrôlées pour le semis de la culture suivante. La gestion des adventices est aisée, grâce à la couverture rapide du sol. De plus, la possibilité de choisir la plante associée permet de s'adapter au mieux aux conditions du milieu :

- le niébé supporte le mieux des conditions de forte humidité
- la dolique à l'inverse supporte le mieux la sécheresse grâce à la puissance de son système racinaire et assure la plus forte production de biomasse durant la saison sèche. Elle assure également la meilleure couverture du sol grâce à ses tiges ligneuses qui se décomposent moins rapidement que celles du niébé ou du *Vigna umbellata* ;
- le *Vigna umbellata* supporte mal une forte sécheresse en fin de saison des pluies (sur *tanety*) mais est le plus résistant aux attaques d'insectes.

Rentabilité économique

Cette association permet la production de deux cultures la même année, sans affecter le rendement du maïs, ce qui rend ces systèmes économiquement intéressants. De plus, les risques sont limités en cas de conditions climatiques difficiles ou d'attaques d'insectes (sensibilité différente des deux plantes). Enfin, il permet de réduire considérablement les coûts de main d'œuvre (préparation de la parcelle et sarclages en particulier) grâce à la forte biomasse produite.

Intérêts agronomiques de l'association

Ces systèmes permettent une forte production de biomasse aérienne et racinaire (y compris pendant la saison sèche) et sont en conséquence très performants pour amorcer la "pompe" du

semis direct. L'association d'une céréale (au système racinaire assez puissant et au ratio C/N élevé) et d'une légumineuse (fixatrice d'azote, à décomposition rapide), fait que ces systèmes permettent à la fois un enrichissement (en azote et en matière organique, grâce à la diversité des apports) et la restructuration du sol. La légumineuse à cycle long permet également la remobilisation des éléments minéraux en saison sèche. La décomposition rapide de ses feuilles limite le risque de blocage d'azote en début de cycle de la culture suivante. Cette culture profitera d'une alimentation continue en éléments minéraux, du fait de la qualité diverse de la biomasse apportée par cette association la précédant. Ces systèmes sont en particulier de très bons précédents pour les cultures de riz pluvial et de cotonnier. Ces associations peuvent également se répéter d'année en année. Il est cependant recommandé d'alterner la légumineuse associée pour éviter le développement de maladies, et en particulier pour le niébé qui peut être fortement attaqué. De plus, la couverture rapide du sol permet un contrôle rapide des adventices et de l'érosion. La forte biomasse produite assure une bonne couverture végétale, qui permet très souvent une mise en culture l'année suivante sans utilisation d'herbicide dans la plupart des régions (mis à part dans les climats semi-arides où l'obtention d'une biomasse suffisante est parfois difficile).

3. Système à base de *stylosanthès Guianensis* (Séguy et al. 2009)

Applicabilité

En dessous de 1500 m d'altitude, le stylosanthès permet de développer des systèmes particulièrement intéressants. Installé dans du manioc, il permet la restauration de sols dégradés. Installé dans du riz ou du maïs, il permet d'accroître rapidement et durablement la production sur des sols moyennement riches.

Facilité de mise en œuvre

Le stylosanthès s'installant lentement, il fait très peu de compétition aux cultures et s'associe donc très facilement à du riz, du maïs, du manioc, etc. En fonction de la fertilité des sols, du climat, des cultures prioritaires et de l'espace disponible, il est possible de gérer le stylosanthès dans une large gamme de cycles, d'intensité variable : alternance culture/stylosanthès ; alternance de 2 années de culture et d'une année de stylosanthès ; culture chaque année avec stylosanthès associé et prolongeant sa croissance après la récolte. L'association peut se faire avec du riz ou maïs

La fixation d'azote en quantité par le stylosanthès permet de réduire considérablement les besoins en fertilisation sur les cultures suivantes. Son contrôle peut se faire manuellement (par simple décapage à l'*angady*), mécaniquement et/ou chimiquement, ce qui offre une grande souplesse de gestion, pour tous les types d'exploitations. La production de semence est aisée. Il se sème à faible dose et peut même se gérer avec un ressemis naturel.

Rentabilité économique

Les systèmes à base de stylosanthès sont très peu coûteux à mettre en œuvre et procurent des bénéfices importants grâce à l'amélioration de la production. Ils permettent également la mise en valeur de terres dégradées, souvent abandonnées par les paysans.

Intérêts agronomiques

Le stylosanthès présente de nombreux intérêts, dont :

- la fixation d'azote (70 à 200 kg N/ha), l'extraction du phosphore peu soluble, le recyclage des bases et des oligo-éléments qui profitent aux cultures suivantes ;
- la production d'une forte biomasse, de qualité variée : feuilles et petites racines au ratio C/N bas, qui se décomposent rapidement, et grosses racines et tiges ligneuses au ratio C/N élevé, qui se minéralisent lentement et enrichissent le sol en matière organique ;

- la restructuration du sol par son système racinaire puissant ;
- le contrôle de la plupart des adventices.

En conséquence, le stylosanthès est un excellent précédent pour de nombreuses cultures et en particulier pour le riz pluvial. Enfin, le stylosanthès est un excellent fourrage et une plante mellifère. C'est donc une plante idéale pour des SCV avec un minimum d'intrants, intégrés avec l'élevage et adaptés à tous les types d'agriculture sous les tropiques.

4. Système à base de *Brachiaria* spp. (Séguy et al., 2009)

Les parcelles de *Brachiaria* spp. en culture pure

Ces graminées fourragères stolonifères permettent de fournir une quantité de biomasse très importante, même dans des sols très peu fertiles. Leurs capacités de restructuration sont très importantes, elles sont beaucoup mieux adaptées que des légumineuses annuelles comme le niébé ou le mucuna pour revégétaliser des sols de collines dégradées. Elles constituent d'excellents fourrages, particulièrement appréciés par les zébus.

Le *Brachiaria* en association (manioc + *brachiaria*)

Selon les premiers résultats obtenus par l'ONG TAFA la restructuration du sol par le *brachiaria* permettrait d'obtenir une augmentation de rendement du manioc de 6 à 35 t/ha. Le manioc peut être mis en place avant ou en même temps que le *brachiaria*. Il est également possible d'implanter les boutures de manioc sur des bandes de *brachiaria* herbicides. Il est toutefois essentiel de prendre garde à ce que les deux plantes ne rentrent pas en compétition (au niveau des ressources hydriques) au moment de la saison sèche.

5. Succession intra-annuelle riz /vesce dans les rizières et *baiboho* (Séguy et al., 2009)

Applicabilité

A moyenne et haute altitude, dans toutes les rizières où la nappe phréatique est accessible en saison sèche, il est possible d'installer en contre-saison de la vesce, juste après (voire avant) la récolte du riz. La vesce produit une forte biomasse en saison sèche, utilisée pour semer directement le riz pluvial la saison suivante.

Facilité de mise en œuvre

Ce système est simple à mettre en œuvre et ne demande aucune connaissance ou matériel particulier. La seule contrainte est la disponibilité en semences de vesce.

Rentabilité économique

L'intérêt économique de ce système réside dans son faible coût, largement compensé par le net gain de rendement du riz qui lui succède et bénéficie du fort apport en éléments nutritifs (azote en particulier) par la vesce.

Intérêts agronomiques de la succession

La capacité de la vesce à restructurer le sol (principalement en surface, sous l'effet des racines et de la forte activité biologique), son fort pouvoir de fixation de l'azote et son aptitude à extraire potasse et phosphore présents en très faible quantité dans le sol, font de la vesce un excellent précédent pour le riz. La vesce est capable de dominer la plupart des adventices qui aurait mal été contrôlé lors de l'installation en année "zéro". Avec son épais paillage, elle laisse une parcelle très propre, permettant une culture sans herbicide pour le cycle suivant. De plus, elle abrite de nombreux arthropodes et insectes prédateurs de nuisibles. Enfin, la vesce fournit un excellent fourrage qu'il est possible d'exporter en partie et est mellifère.

ANNEXE XIII - Les SCV diffusés dans la zone cotonnière au Cameroun

Spatialisation des SCV diffusés

Les SCV sont répartis dans le territoire en fonction des auréoles (Fig. 29). Au nord du bassin cotonnier, les principaux SCV se retrouvent en auréole 1 et 2 avec l'association sorgho+brachiaria (Fig. 31) suivie d'une culture paillée de coton (Fig. 30). En auréole 3, on retrouve surtout les SCI fourrager à base de brachiaria.

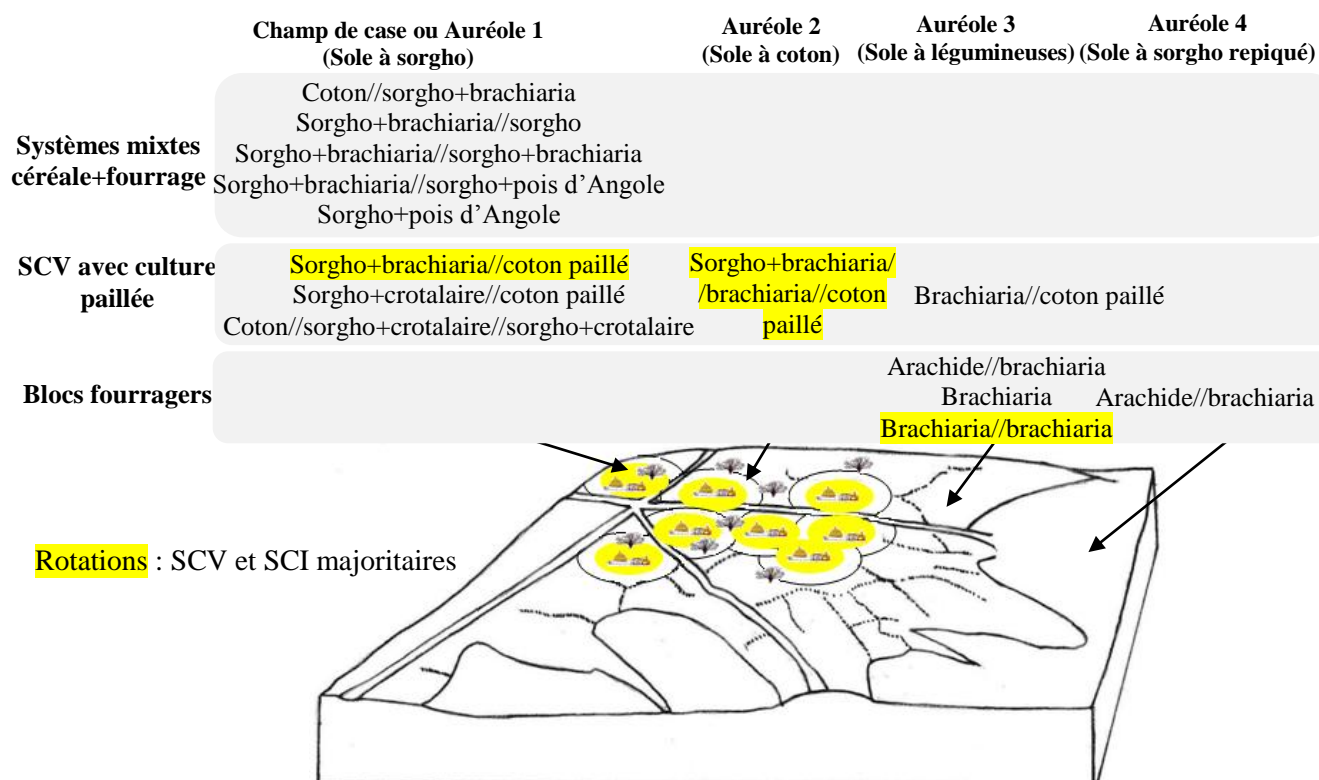


Figure 29 : Spatialisation à l'échelle du terroir de Sirlawé des SCV (Paresys, 2010)

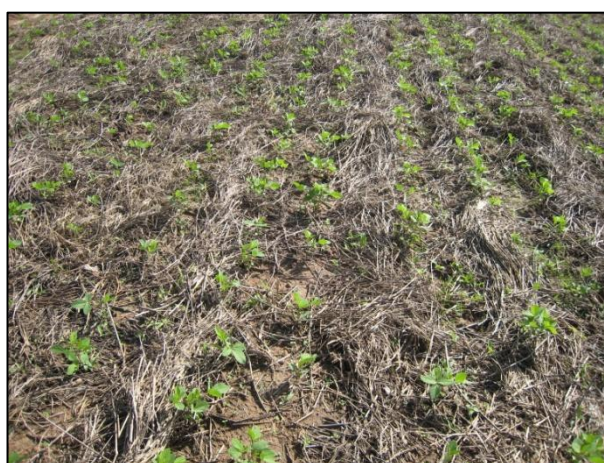


Figure 30 : Parcelles de coton et de soja paillées au Nord-Cameroun (Dugué, 2009)



Figure 31 : Association sorgho+brachiaria en début de saison et avant la récolte (Nord-Cameroun, Dugué, 2011)



Figure 32 : Blocs fourragers de brachiaria pure et pois d'Angole (SCI fourrager) (Nord-Cameroun, Dugué, 2009)



Figure 33 : SCV de maïs+brachiaria et de maïs+crotalaire (Nord-Cameroun, Dugué, 2009)

Les rotations en SCV sur 2 ou 3 ans (Fig. 34)

La production de biomasse peut se faire une année sur deux. En première année (année 0), une céréale (sorgho ou maïs) est cultivée en association avec une plante de couverture (graminées type *Brachiaria sp.* ou légumineuses type *Crotalaria sp.*). Cette association

permet la production d'une grande quantité de biomasse, qui est ensuite utilisée l'année suivante (année 1) comme mulch, dans lequel est semé le cotonnier (*Gossypium sp.*).

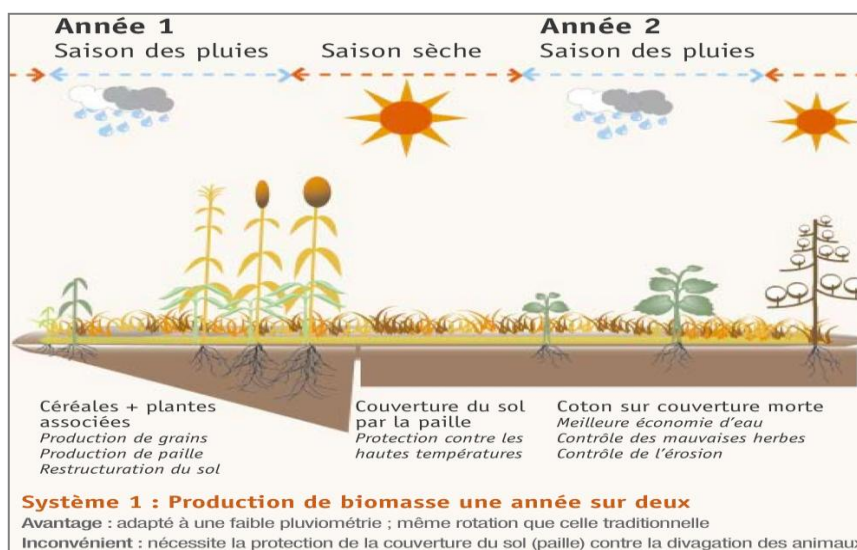


Figure 34 : Schéma des rotations sur 2 ou 3 ans en SCV au Nord-Cameroun (Raunet, 2006)

La rotation en SCV sur un an sans protection pendant la saison sèche (Fig. 35)

Un autre système consiste à produire de la biomasse la même année que la culture principale. La même association céréale/plante de couverture est réalisée en début de saison des pluies afin de produire uniquement de la biomasse. Elle est ensuite fauchée pour installer le coton au bout de deux mois. Ce système n'est envisagé qu'au sud du bassin cotonnier et lorsque la saison des pluies débute très tôt.

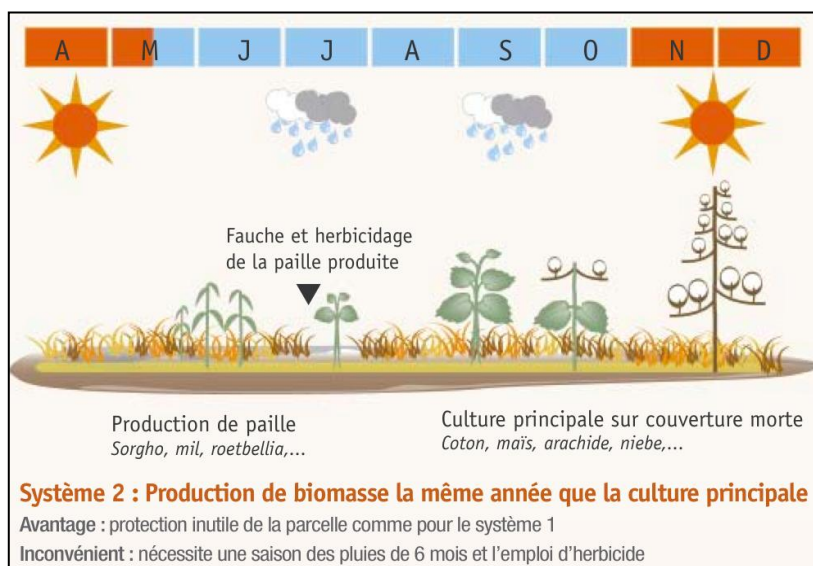


Figure 35 : Schéma des rotations sur un an en SCV sans protection de la matière sèche (Raunet, 2006)

D'autres systèmes restaurateurs de la fertilité

Certains systèmes mis en place par le projet ESA ne sont pas du SCV sensu stricto mais peuvent quand même contribuer à restaurer la fertilité du sol :

- les jachères courtes améliorées, principalement du *Mucuna*, mais parfois aussi *Crotalaire* ou *Sesbania* ;
- les blocs fourragers avec principalement du *Brachiaria* mais aussi du *Stylosanthès* et du *Cajanus* (pois d'Angole) en mélange ou en pur.

ANNEXE XIV - Les SCV diffusés dans la province de Xieng Khouang

District de Pek : Intensification de l'agriculture dans les plaines d'altitude avec les pâturages améliorées de brachiaria ou stylosanthès (SCI) et semis direct de riz sur mulch de brachiaria (SCV) (Fig. 36). Après 3 ans de pâturage, la régénération du pâturage est financée par une année de culture de vente en SCV (riz ou soja).



Figure 36 : Bovin pâturant dans une parcelle de pâturage amélioré de brachiaria et SCV de riz dans le district de Pek (Lienhard, 2008)

District de Nonghet et bassin de Kham : diversification des systèmes de production basés sur le maïs : semis de maïs sur mulch de résidus (SCI), association du maïs avec *Vigna Umbellata* ou haricot (Fig. 37).



Figure 37 : Maïs sur mulch de résidus, association maïs+*Vigna Umbellata* et maïs+haricot (Keophosay, 2010)

Nord du district de Kham : jachères améliorées de brachiaria ou stylosanthès (SCI) et association maïs+brachiaria.

ANNEXE XV - Organigramme des structures paysannes au lac Alaotra

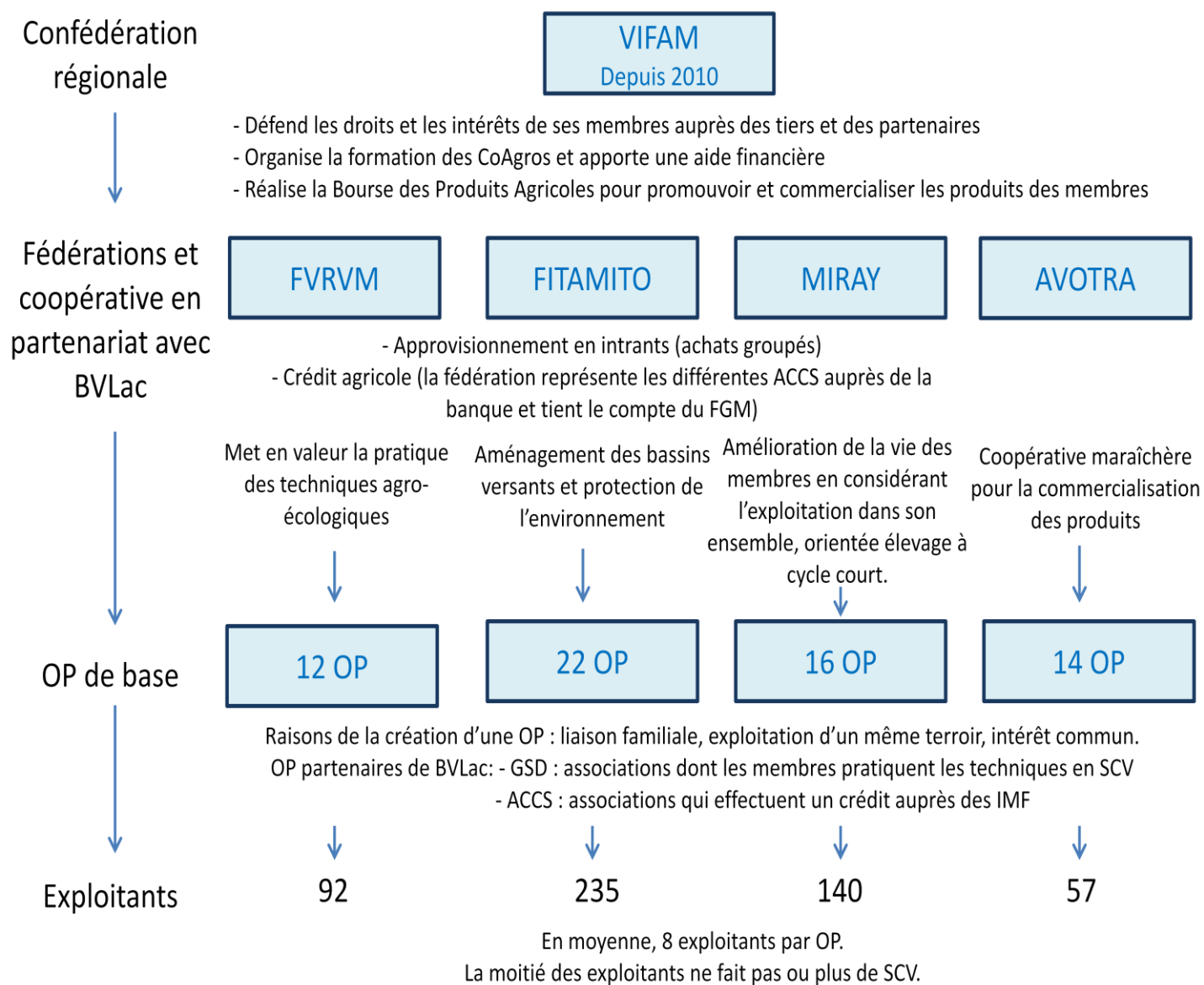


Figure 38 : Organigramme des structures paysannes au lac Alaotra (d'après Ramahatoraka, 2011)

ANNEXE XVI - Impacts des SCV sur les temps de travaux et le calendrier de travail

1. Comparaison des temps de travaux en SCV et en traditionnel

1.1 Au lac Alaotra

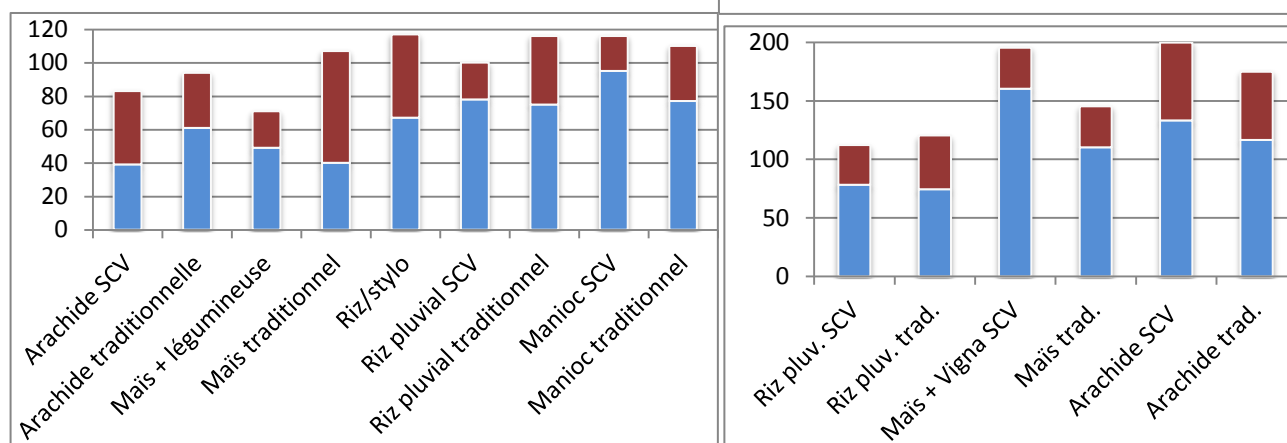
L'étude de 3 exploitations par Joana Fabre (2011) au lac Alaotra montre que les effets des SCV sur les temps de travaux sont nuancés en fonction des exploitations (Fig. 39).

Figure 39 : Comparaison des temps de travaux des différentes cultures (en Homme/Jour) pour 3 exploitations (Fabre, 2011)

RP : Riz Pluvial

MOT : Main d'œuvre Temporaire (en rouge)

MOF : Main d'œuvre Familiale (en bleu)



On voit que les différences des temps de travaux entre systèmes traditionnels et SCV dépendent des itinéraires.

Pour l'exploitation 1, la différence très marquée entre SCV et traditionnel provient de l'adoption d'herbicides qui n'étaient pas utilisés en traditionnel (la préparation des champs au glyphosate ne demandent que 3 H/J, le labour+hersage en traditionnel nécessitent 18 H/J). Le sarclage et le désherbage sont également moins importants en SCV. Pour les cultures maraîchères, les gains de temps se font à la mise en place des cultures, mais surtout au niveau de l'arrosage. Le mulch retient l'humidité dans les sols et les arrosages sont beaucoup moins fréquents (de l'ordre d'une fois seulement sur trois ou quatre en comparaison au traditionnel). L'agriculteur a modifié sa stratégie de production, en choisissant d'investir d'avantage de capital, pour l'achat d'herbicide, et moins de travail à l'échelle du système de culture.

L'exploitation 2 est conçue pour minimiser les temps de travaux dans l'exploitation et limiter le recours aux herbicides. Les cultures SCV présentent quasiment toutes des temps de travaux inférieurs à celles en traditionnelles (à l'exception du riz/stylosanthès). Le sarclage étant l'opération la plus consommatrice de temps de l'exploitation, l'agriculteur a conçu des rotations limitant le plus possible l'enherbement, avec le doublement de la culture de

maïs+légumineuse, plus l'adoption de systèmes à fort développement de biomasse comme le brachiaria et le stylosanthès. La réduction du temps de travail est liée au meilleur contrôle des SCV et à l'emploi d'herbicide. Pour le manioc, l'augmentation du temps de travail est principalement liée au fait que la famille n'utilise pas d'herbicides sur cette culture car le produit brut du manioc est peu élevé, la famille ne veut donc pas investir sur cette culture.

Pour l'exploitation 3, les cultures SCV demandent plus de travail que les cultures traditionnelles, à l'exception du riz pluvial car les travaux de nettoyage de la parcelle avant le semis sont effectués manuellement, sans herbicide et dans les systèmes traditionnels, le labour est une prestation de service.

1.2 Dans la zone cotonnière camerounaise

Tableau 13 : Temps de travaux moyens en hj/ha sur les parcelles de sorgho à Sirlawé
(S-br : sorgho+brachiaria ; S conv : sorgho conventionnel ; Cs: culture secondaire
(généralement le mil pénicilaire)) d'après Belchi, 2011.

	A1				A2			
	Labour		Semis direct		Labour		Semis direct	
	S-br	S conv	S-br	S conv	S-br	S conv	S-br	S conv
Nettoyage	0,8	0,7	0,9		2,9	1,2	2,1	0,8
Labour	3,5	3,6			5,1	3,6		
Semis du sorgho	3,9	3,8	6	7,3	4,8	4,8	6,1	4,3
Semis du brachiaria	2,7		5,1		7,3		5	
Semis de la Cs		0,8				3		1,9
Repiquage	3,9	2,3	4,2	5,5	3		3,8	
Epandage fumure organique	9,2	7,5	8,8	10,1				
Epandage fumure minérale					1,2	1,4	1,6	1,9
Epandage herbicides			0,5				0,5	
1er sarclage	10,9	17,8	15,3	15,2	16	17	16,3	26
2ème sarclage	14,6	14,3	13,9	12,8	17	14,8	17,4	22,6
Buttage						2		
TOTAL	49,5	50,8	54,7	50,9	57,3	47,8	52,8	57,5

Comparaison sorgho+brachiaria/sorgho conventionnel par type de préparation du sol en A1

On observe que le temps de travail global sur une parcelle de sorgho+brachiaria est un peu plus important que celui sur une parcelle de sorgho conventionnel (Tab. 13). La principale opération culturale expliquant cette différence de temps de travail est le semis du brachiaria, qui nécessite évidemment une opération supplémentaire. De plus, le semis du brachiaria est plus long sur les parcelles semées directement. Sur les parcelles fertiles d'A1, le brachiaria concurrencerait peut-être fortement les adventices en début de campagne, d'où la plus grande rapidité pour désherber car les mauvaises herbes seraient peu nombreuses et le sol déjà bien couvert par la plante de couverture. Enfin, l'épandage d'herbicides est minoritaire, sauf pour les parcelles de sorgho+brachiaria semées directement. Le temps d'épandage de ces herbicides ne représente qu'une très petite part dans le temps de travail total, mais il ne semble pas influencer sur le temps de 1^{er} sarclage, qui par hypothèse aurait été réduit, suite à ce premier désherbage chimique.

Comparaison labour-semis direct en A1

Les temps de travaux globaux sont un peu plus élevés en semis direct qu'en labour, à la fois pour les parcelles associées et pour les parcelles conventionnelles. Le semis direct en tant que tel n'est pas le facteur qui augmente le temps de travail. En effet, même si le semis direct du sorgho demande plus de temps que le semis après labour, lorsqu'on additionne les temps de semis avec le temps de labour, on obtient un temps de travail équivalent voire légèrement supérieur dans le cas des cultures semées après labour. Les opérations culturales qui sont réalisées avec plus de temps sur les parcelles semées directement sont le repiquage (plus de poquets à repiquer, sol plus compacté peut-être), l'apport de fumure organique (généralement localisé au pied du sorgho pour les parcelles semées directement, donc apport plus long que l'épandage classique avant enfouissement par le passage de la charrue) et le 1^{er} sarclage pour les parcelles de sorgho+brachiaria. Néanmoins, tous les temps de travaux restent dans le même ordre de grandeur.

En A2

Le temps de travail d'une parcelle de sorgho+brachiaria est supérieur à celui d'une parcelle conventionnelle, lorsqu'elles sont labourées. Cependant, en semis direct, c'est le temps de travail de la parcelle associée qui est inférieur. Les parcelles de sorgho+brachiaria semées directement (SCV) ont un temps de travail moyen légèrement supérieur à celui des parcelles conventionnelles labourées. Le semis direct est plus rapide que l'ensemble labour et semis. Cependant, le semis du brachiaria est très coûteux en temps. D'autre part, le repiquage est non négligeable sur les parcelles de sorgho+brachiaria. Enfin, il ne semble pas y avoir de différence significative dans la durée des sarclages, malgré l'apport fréquent d'herbicides sur les parcelles de sorgho+brachiaria. Il y a même une augmentation du temps de 2^{ème} sarclage, que certains agriculteurs attribuent à la présence gênante du brachiaria qui est déjà haut et dont il faut faire attention à ne pas le sarcler en même temps que les adventices. Le surplus d'attention nécessiterait donc plus de temps pour sarcler.

Le principal facteur expliquant la différence de temps de travail entre parcelles conventionnelles labourées et parcelles SCV est donc le semis du brachiaria, qui est plus élevé que le temps de labour du sorgho conventionnel mais correspond en gros au temps cumulé en conventionnel nécessaire au labour et au buttage. Le deuxième sarclage, ralenti par le brachiaria, est aussi un facteur pouvant expliquer l'augmentation du temps de travail en SCV.

Tableau 14 : Comparaison des temps de travaux sur coton paillé en hj/ha à Sirlawé (Paresys, 2011)

Paillage importé		Paillage importé+appareil à cache		Paillage en place		Paillage en place+appareil à cache	
Nettoyage	2,4	Nettoyage	2,4	Nettoyage	2,4	Nettoyage	2,4
Semis à la corde avant paillage	3,9	Semis à la corde avant paillage	3,9				
				Semis à la corde sur paillis	11,4	Semis à la corde sur paillis	11,4
Traitement herbicide	0,5	Traitement herbicide	0,5	Traitement herbicide	0,5	Traitement herbicide	0,5
Paillage	15,2	Paillage	15,2				
Démariage	5,9	Démariage	5,9	Démariage	5,9	Démariage	5,9
Désherbage manuel	19,2			Désherbage manuel	19,2		
		Traitement herbicide	1,0			Traitement herbicide	1,0
		Désherbage manuel	1,9			Désherbage manuel	1,9
NPK déposé	2,5	NPK déposé	2,5	NPK déposé	2,5	NPK déposé	2,5
Traitements pesticides (6)	6,0	Traitements pesticides (6)	6,0	Traitements pesticides (6)	6,0	Traitements pesticides (6)	6,0
Urée enfouie	4,4	Urée enfouie	4,4	Urée enfouie	4,4	Urée enfouie	4,4
TOTAL	60	TOTAL	44	TOTAL	52	TOTAL	36

Les temps de travaux du coton paillé sont variables en fonction (Tab. 14) :

- de la nature du paillis : un paillis constitué par les résidus de culture laissés au sol ne demande pas de travail supplémentaire de transport/épandage de biomasse contrairement aux paillis importés. La durée du paillage avec transport de paille et épandage après semis atteint 15,2 hj/ha et dépasse la durée de semis dans le paillis qui s'élève à 11,4 hj/ha car il n'existe pas encore de matériels de semis spécifiques au mulch à disposition dans le village ;
- du recours à l'appareil à cache en cours de végétation (1 hj/ha), un agriculteur qui n'utilise pas d'appareil à cache est contraint soit de sarcler sa parcelle à la houe, soit de la désherber manuellement (19,2 hj/ha).

Le temps de travail du coton paillé est nettement inférieur à celui du coton conventionnel que lorsque le paillage est déjà en place sur la parcelle et que l'agriculteur utilise l'appareil à cache pour épandre des herbicides dans l'interligne (-13 hj/ha par rapport à une parcelle labourée soit -26 % de temps de travail).

2. Impact des SCV sur la réorganisation du travail dans une exploitation malgache

L'étude de Fabre (2011) analyse l'impact qu'a eu l'introduction des SCV sur le calendrier de travail (pour l'exploitation 1). Avant l'introduction des SCV, l'arrivée des pluies était le déclencheur de l'installation des cultures. Les sols argileux des rizières et ferralitiques des *tanety* ne peuvent être labourés avant l'arrivée des pluies. Une pluviométrie de 40 mm suffit pour mettre en culture les *baiboho*. La figure 40 montre l'enchaînement des travaux dans l'exploitation et se basent sur une arrivée des pluies au 20 novembre.

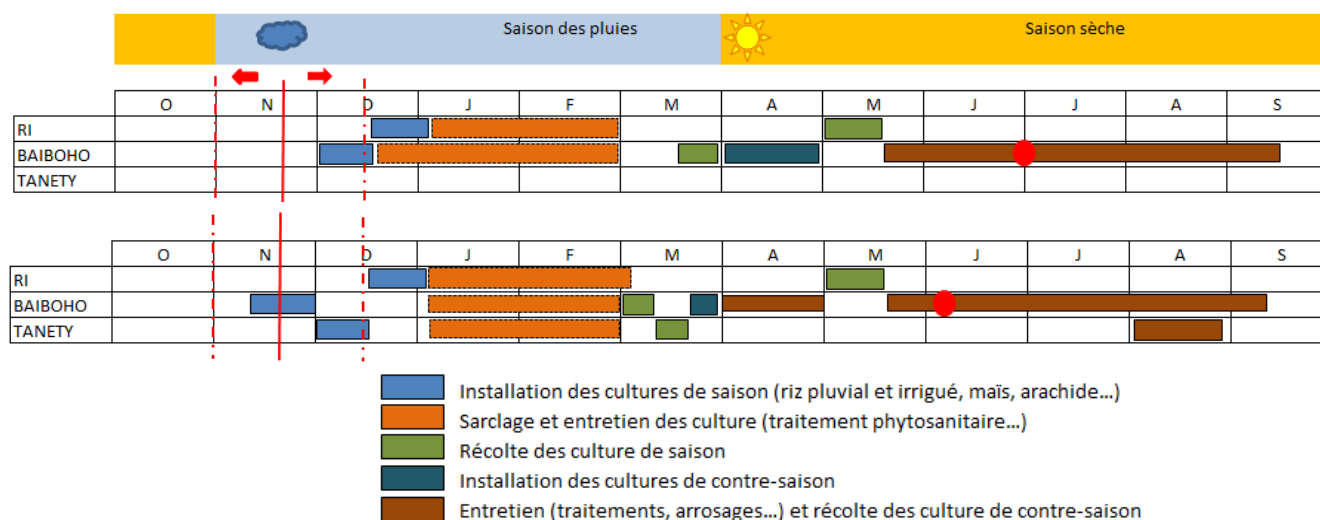


Figure 40 : Enchaînement des travaux en traditionnel (haut) et en SCV (bas) pour une exploitation malgache (Fabre 2011)

En traditionnel, les travaux sur les *baiboho* débutent en premier, dès les premières pluies puis la famille descend sur les RI. Les travaux de sarclages sont effectués manuellement durant les mois de janvier et février. A partir du 15 mars, la récolte du riz pluvial débute sur les *baiboho*. La saison sèche est occupée par les arrosages et la récolte chaque semaine des tomates à partir du mois de juillet. En SCV, les travaux de préparation des champs débutent avant la pluie, dès le début du mois de novembre. Les *baiboho* sont semés en premier, puis les *tanety* et enfin la rizière. Si l'agriculteur devait attendre l'arrivée des pluies, il n'aurait pas le temps de semer les *tanety* et *baiboho* avant de descendre sur la rizière. La situation est aggravée lorsque les pluies sont tardives (15 décembre). Dans ce cas, même les *baiboho* n'ont pas le temps d'être mis en place avant le début des travaux sur la rizière.

ANNEXE XVII – Le modèle de la courbe en U

(Barbier et al. 2002)

Les résultats du modèle décrivent une courbe en U avec une phase de dégradation du stock initial et une phase de régénération (Fig. 41). La courbe représente dans sa phase descendante la dégradation de ressources sous la pression des défricheurs et dans sa phase ascendante la régénération des ressources par des populations plus nombreuses sédentaires forcées à prendre de soin de valoriser leur environnement pour produire plus. Les tenants de la courbe en U s'opposent à une description malthusienne des évolutions agraires selon laquelle la croissance démographique est plus rapide que la croissance de la production, induisant une dégradation des ressources naturelles et des déficits alimentaires plus ou moins graves. L'abscisse de la courbe en U est la pression humaine ou la densité de population par unité de surface. Cette dernière peut être la surface totale, la surface cultivable ou la surface cultivée. En ordonnée on met généralement la quantité de biomasse existante ou produite.

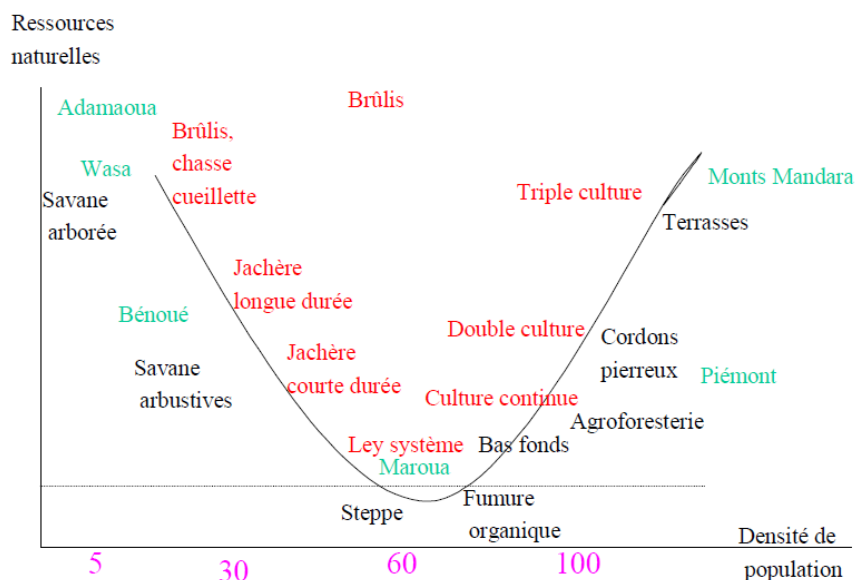


Figure 41 : Pression démographique et ressources naturelles dans le Nord-Cameroun

En Afrique les densités de population étant généralement faibles les scientifiques observent rarement la phase montante de la courbe en U si ce n'est dans les zones de montagnes (Ethiopie, Burundi, Rwanda ou Nord-Cameroun). Le plus souvent, grâce à l'émigration les sociétés africaines restent dans le creux de la courbe en U. Les producteurs confrontés à une baisse de productivité de leurs ressources ont tendance à migrer vers des zones moins peuplées où il reste des ressources à exploiter. Au cas où l'émigration n'est pas une option, la croissance démographique induit une certaine intensification et une meilleure conservation des ressources devenues rares voir une restauration de celles-ci. Sous climat des zones de savane on observe souvent que le fond de la courbe en U est atteint autour de 60 habitants au km² et que peu de zones rurales dépassent cette densité.

ANNEXE XVIII - Typologie des exploitations dynamiques ou non face à l'adoption des SCV au lac Alaotra

D'après Fabre, 2011.

Grands types	Sous types	Types correspondant avec typologie du RFR	Dénomination	Echant.	Part des SCI dans l'exploitation	Part des SCI / superficie potentielle en SCV
Exploitations très dynamiques, qui tendent vers du 100% SCV	I.1	D/C	Les exploitations de taille moyenne mécanisées ou non mécanisées avec faible surface de rizières	n=6	de 50 à 75%	de 75 à 100%
	I.2	E	Les petites exploitations non mécanisées avec faible surface de rizières	n=8		
	I.3	B	Les grandes exploitations mécanisées avec grandes surfaces de rizières et <i>tanety</i>	n=1		
Exploitations dynamiques	II.1	C	Les exploitations de tailles moyennes mécanisées avec grandes surfaces en rizières	n=3	moins de 15%	de 25 à 50%
Exploitations peu dynamiques ou "opportuniste"	III.1	D	Les petites exploitations mécanisées avec grandes surfaces de rizières	n=5	moins de 25%	moins de 25%
	III.2	C	Les exploitations de tailles moyennes mécanisées avec grandes surfaces en rizières	n=4		
	III.3	A	Les grandes exploitations avec grandes surfaces de rizières	n=1		

+

-

Gradient d'accès à la fertilisation, la mécanisation, les surfaces en rizières, la présence des bovins, l'accès aux crédits

Gradient de vulnérabilité

-

+

Figure 42 : Typologie RFR (Réseau de Fermes de Référence) (Fabre, 2011)

A – Grands riziculteurs mécanisés, autosuffisants en riz, *tanety* et *baiboho* toujours secondaires par rapport aux rizières

B – Riziculteurs mécanisés à rendements aléatoires (sur RMME), autosuffisants en riz sauf de rares très mauvaises années, pour sécuriser les revenus, ils cultivent les *tanety* et *baiboho* pour la vente avec intensification et diversification.

C – Autosuffisants en riz sans surplus, mécanisés, exploitent les *tanety* et *baiboho* de façon très intensive et vendent les productions, quelques rizières de type RI ou RMME, certains développent également des activités de petit élevage, ou bien une activité extra agricole.

D – Agriculteurs mécanisés diversifiant leurs productions, pas autosuffisants en riz chaque année, quelques rizières sur RMME, sécurisation de leurs revenus en exploitant les *tanety* et *baiboho*, activité d'élevage, activité extra agricole.

E – Agriculteurs rarement mécanisés non autosuffisants en riz et ouvriers agricoles, cultivent de façon très intensive le seul hectare de *tanety* et *baiboho* qu'ils possèdent.

ANNEXE XIX - Schémas de synthèse

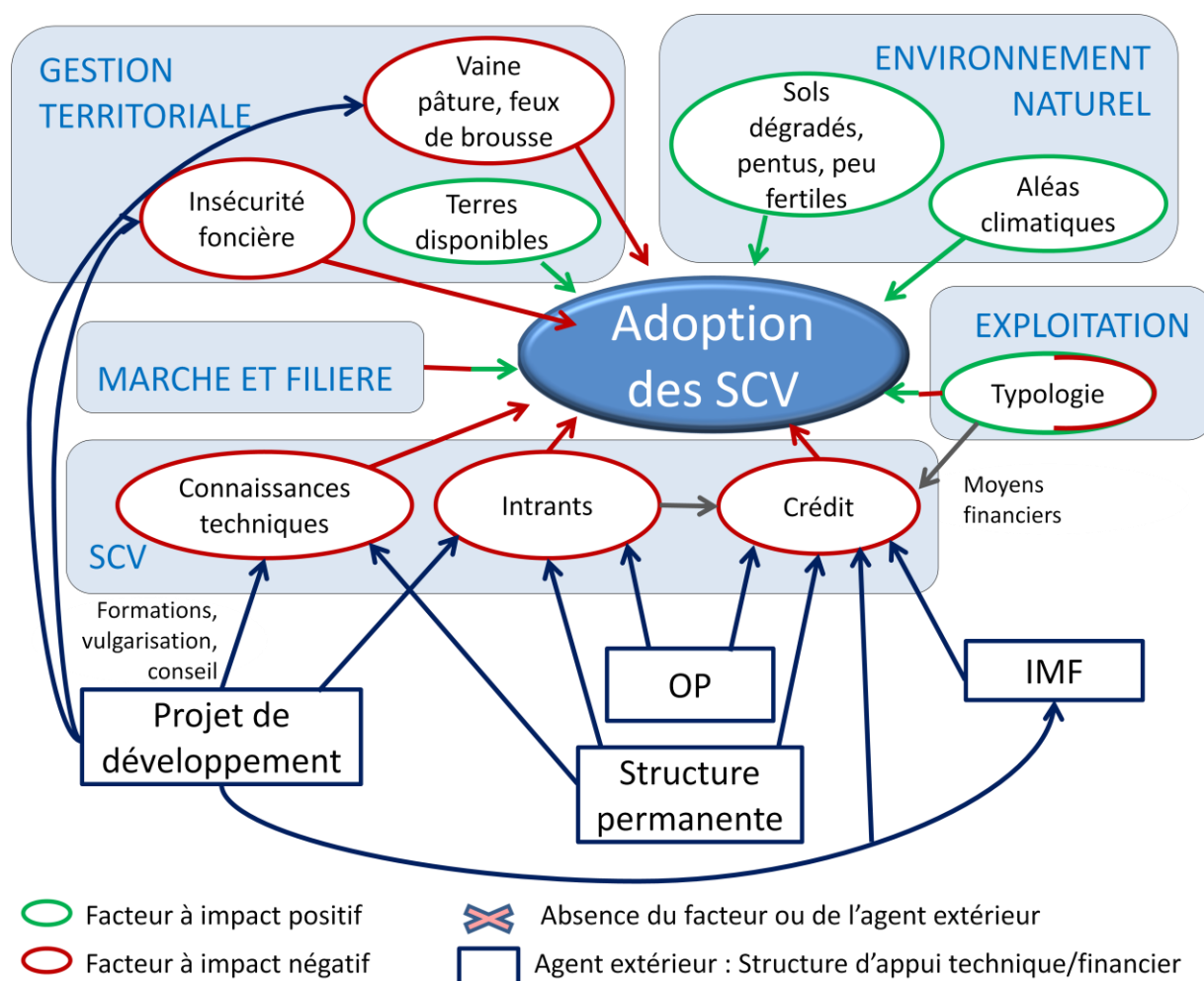


Figure 43 : Schéma général des facteurs ayant un impact sur l'adoption des SCV et les structures d'appui intervenant

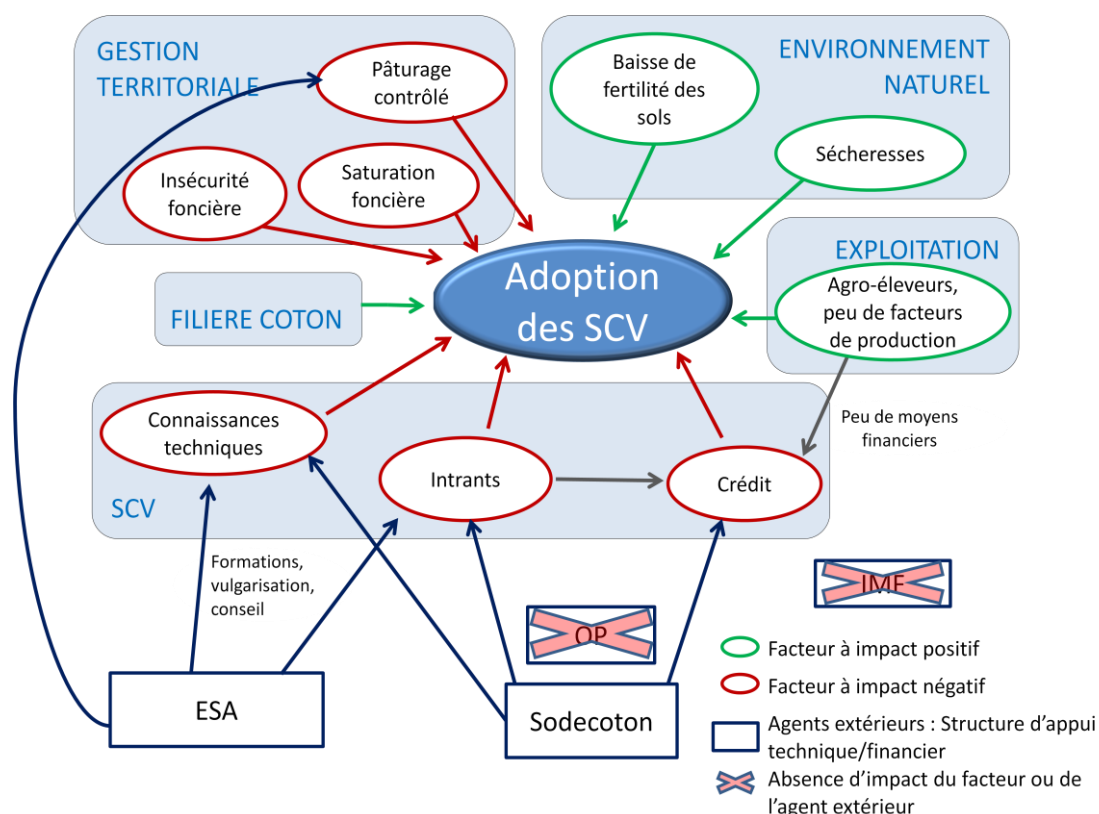


Figure 44 : Schéma des facteurs ayant un impact sur l'adoption des SCV et les structures d'appui intervenant au nord du bassin cotonnier camerounais

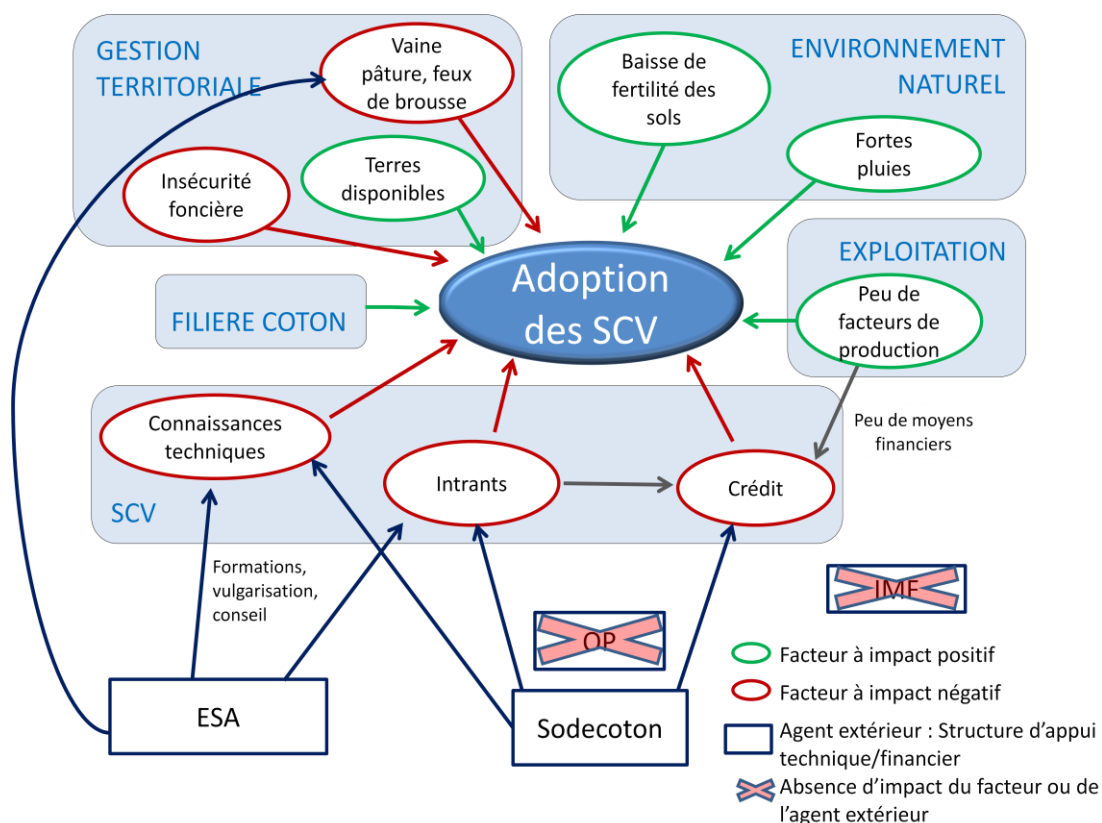


Figure 45 : Schéma des facteurs ayant un impact sur l'adoption des SCV et les structures d'appui intervenant au sud du bassin cotonnier camerounais

	Diplôme : Ingénieur de l'institut Supérieur des Sciences Agronomiques, Agroalimentaires, Horticoles et du paysage. Spécialité : Ingénieur agronome Spécialisation / option : Sciences et Productions Végétales / Ingénierie des Agrosystèmes Enseignant référent : Matthieu Carof	
Auteur : Anaïs LAMANTIA Date de naissance : 12/06/1988		Organisme d'accueil : CIRAD, UMR Innovation Adresse : Avenue Agropolis, 34398 Montpellier Cedex 5 Maître de stage : Patrick Dugué
Nb pages : 40 Nb pages annexes : 36		
Année de soutenance : 2012		
Titre français : Analyse comparative des processus d'adoption et des impacts du Semis direct sur Couverture Végétale permanente (SCV) sur les exploitations agricoles familiales dans 3 régions tropicales : Madagascar, Cameroun et Laos. Titre anglais : Comparative analysis of adoption processes and impacts of Direct seeding Mulch-based Cropping systems (DMC) on family farms in three tropical regions: Madagascar, Cameroon and Laos.		
<p>Résumé :</p> <p>Le Semis direct sous Couverture Végétale permanente est un des systèmes d'Agriculture de Conservation qui a été développé dans le cadre du Programme d'Actions Multi Pays en Agroécologie. Les SCV reposent sur trois principes : non travail du sol, couverture du sol permanente et rotation et/ou association des cultures.</p> <p>Ce mémoire traite de trois terrains où les SCV ont été diffusés depuis plus de 5 ans : le lac Alaotra à Madagascar, la zone cotonnière du Nord-Cameroun et les provinces de Xieng Khouang et Sayabouri au Laos. L'objectif de l'étude est d'expliquer les faibles taux d'adoption des SCV dans ces terrains en comparant les processus d'adoption des SCV dans le but ensuite de développer un modèle générique expliquant l'adoption des SCV en agriculture familiale.</p> <p>L'analyse de différents facteurs montre que le contexte au lac Alaotra est propice à la pratique des SCV et que les projets de développement ont un rôle essentiel dans leur diffusion. Ce rôle est cependant temporaire contrairement au Nord-Cameroun où la société cotonnière apporte un soutien sur le long terme. Au Nord-Cameroun, la principale contrainte repose sur un problème de gestion collective des ressources (vaine pâture et feux de brousse) qui rend difficile la conservation du mulch en saison sèche, il y a compétition entre agriculture et élevage. L'étude montre également la capacité des paysans à s'adapter aux contraintes en modifiant les systèmes diffusés (SCV à bas niveau d'intrants, Systèmes de Culture Innovants fourragers). Cependant, l'impact de ces innovations paysannes reste à étudier par la recherche.</p>		
<p>Abstract :</p> <p>The Direct seeding Mulch-based Cropping systems is one of the Conservation Agriculture systems developed by the "Programme d'Actions Multi Pays en Agroécologie". DMC is based on three agronomic principles: zero-tillage, permanent soil cover, crop rotation or association.</p> <p>This study deals with three areas: Lake Alaotra in Madagascar, the cotton area of the North-Cameroon and the provinces of Xieng Khouang and Sayabouri in Laos. The aim of the study is to explain the low rates of DMC adoption in these areas by comparing the DMC adoption processes in order to, then, develop a generic model explaining DMC adoption in smallholder farming.</p> <p>The analysis of the different factors shows that the context on Lake Alaotra is favourable to DMC and that the development projects have an important role in their diffusion. However, this role is temporary, in opposition to the situation in the North-Cameroon where the cotton society brings long-term support. In the North-Cameroon the main constraint is the collective management of the resources (free grazing, fires) making the mulch conservation during the dry season difficult, there is competition between farming and livestock farming. The study shows also the famers capacity to adapt themselves to the constraints by modifying the spread systems (DMC with low quantity of inputs, forage Innovative Cropping Systems). However, the impact of these famer innovations remains to be studied by the research.</p>		
Mots-clés : SCV, agriculture de conservation, adoption, modèle, Madagascar, Laos, Cameroun. Key-words : DMC, conservation agriculture, adoption, model, Madagascar, Laos, Cameroon.		